

**GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS  
Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES DURANTE LA OPERACIÓN DE  
PLANTAS DE GAS**

**YOLANDA RUIZ BURGOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS  
BUCARAMANGA  
2015**

**GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS  
Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES DURANTE L OPERACIÓN DE PLANTAS  
DE GAS**

**YOLANDA RUIZ BURGOS**

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título  
de Especialista en Ingeniería del Gas**

**Directora:**

**Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INEGNIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS  
BUCARAMANGA  
2015**

## TABLA DE CONTENIDO.

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL</b>	<b>15</b>
<b>2. EQUIPOS DEL PROCESO</b>	<b>20</b>
2.1 ETAPAS DEL PROCESO	21
2.1.1 Separación.	21
2.1.2 Endulzamiento.	22
2.1.3 Deshidratación	23
<b>3. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS DE RIESGOS</b>	<b>27</b>
<b>3.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b>	<b>28</b>
3.1.1 Accidente de Trabajo.	28
3.1.2 Actividad rutinaria.	28
3.1.3 Actividad No Rutinaria.	28
3.1.4 Análisis del Riesgo.	28
3.1.5 Consecuencia.	29
3.1.6 Elemento de Protección Personal (EPP).	29
3.1.7 Equipo de Protección Personal.	29
3.1.8 Evaluación del riesgo.	29
3.1.9 Exposición.	29
3.1.10 Identificación del peligro.	29
3.1.11 Incidente.	30
3.1.12 Medida (s) de control.	30
3.1.13 Nivel de consecuencia (NC).	30
3.1.14 Nivel de deficiencia (ND).	30
3.1.15 Nivel de exposición (NE).	30
3.1.16. Nivel de riesgo.	31
3.1.17. Peligro.	31
3.1.18. Personal expuesto.	31
3.1.19 Probabilidad.	31
3.1.20 Riesgo.	31
3.1.21 Riesgo aceptable.	31
3.1.22 Valoración de los riesgos.	32
3.1.23 Valor límite permisible (VLP).	32
<b>3.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS</b>	<b>32</b>
3.2.1 Métodos cualitativos para el análisis de riesgos.	33
3.2.2 Métodos semi - cuantitativos para el análisis de riesgos.	34
3.2.3 Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos.	34

3.2.4 Clasificación de los factores de riesgo.	35
3.2.4.1 Riesgos físicos.	37
3.2.4.2. Riesgo químico	55
3.2.4.3 Riesgos biológicos.	62
3.2.4.4 Riesgos por condiciones no ergonómicas.	64
3.2.4.5 Riesgos psicosociales	66
<b>4. EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>	<b>69</b>
<b>4.1 DEFINICIÓN DEL INSTRUMENTO PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN</b>	<b>73</b>
4.1.1 Metodología de identificación de peligros.	74
4.1.2 Efectos posibles	76
4.1.4 Valoración del riesgo	77
4.1.5 Evaluación de los riesgos	77
4.1.6 Definición de riesgo aceptable	85
4.1.8 Criterio para establecer controles	86
<b>4.2 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA EMPRESA.</b>	<b>87</b>
4.2.1 Paso 1. Definición del tipo de investigación.	87
4.2.2 Paso 2. Desarrollar el diseño de campo.	88
4.2.3 Paso 3. Técnica de recolección de datos.	88
4.2.4 Paso 4. Instrumento de recolección de datos.	89
4.2.5 Paso 5. Definición de recursos.	90
4.2.6 Paso 6.	91
4.2.7. Paso 7.	92
4.2.8 Paso 8.	92
4.2.9 Paso 9.	92
4.2.10 Paso 10. Procesamiento de la información.	93
4.2.11. Paso 11 Análisis de la información.	93
<b>5. APLICACIÓN EN LA EMPRESA.</b>	<b>94</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>96</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>103</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Clasificación del riesgo de acuerdo con la fuente de energía.....	37
<b>TABLA 2.</b> Niveles Permisibles de Ruido Continuo.....	39
<b>TABLA 3.</b> Límites Permisibles al calor en °C con respecto al régimen de trabajo	43
<b>TABLA 4.</b> Efectos a la Salud de las Temperaturas Extremas.....	44
<b>TABLA 5.</b> Tipos de Radiaciones y sus efectos.....	45
<b>TABLA 6.</b> Daños producidos por sobrepresión.....	49
<b>TABLA 7.</b> Efectos de las Sustancias Químicas.....	60
<b>TABLA 8.</b> Descripción de las sustancias químicas más comunes.....	61
<b>TABLA 9.</b> Determinación del nivel de deficiencia.....	79
<b>TABLA 10.</b> Determinación del nivel de exposición.....	80
<b>TABLA 11.</b> Determinación del nivel de probabilidad.....	81
<b>TABLA 12.</b> Significado de los diferentes niveles de probabilidad.....	82
<b>TABLA 13.</b> Determinación del nivel de consecuencia.....	83
<b>TABLA 14.</b> Determinación del nivel del riesgo.....	84
<b>TABLA 15.</b> Significado del nivel del riesgo.....	85
<b>TABLA 16.</b> Aceptabilidad del riesgo.....	86

## LISTA DE FIGURAS.

- FIGURA 1.** Diagrama de flujo para el tratamiento y procesamiento de gas. \_\_\_\_\_ 17
- FIGURA 2.** Esquema de planta de tratamiento y procesamiento de gas. \_\_\_\_\_ 18
- FIGURA 3.** Actividades para identificar los peligros y valorar los riesgos. (GTC 45). \_\_\_\_ 71

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A.</b> Esquema de una planta de gas. _____	104
<b>ANEXO B.</b> Esquema separación en una etapa. _____	105
<b>ANEXO C.</b> Esquema de una planta de endulzamiento _____	106
<b>ANEXO D.</b> Esquema de una planta de deshidratación con glicol. _____	107
<b>ANEXO E.</b> Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de una planta de tratamiento de gas. _____	108
<b>ANEXO F.</b> Mapa de riesgo. Compresión. _____	121
<b>ANEXO G.</b> Mapa de Riesgo. Deshidratación. _____	123
<b>ANEXO H.</b> Mapa de Riesgo. Separación. _____	125
<b>ANEXO I.</b> Mapa de Riesgo Endulzamiento _____	126
<b>ANEXO J.</b> Mapa de Riesgo Deshidratación _____	127
<b>ANEXO K.</b> MSDS Gas Natural _____	128
<b>ANEXO L.</b> MSDS Etilenglicol _____	137

## RESUMEN

**TÍTULO:** GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES DURANTE LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE GAS.\*

**AUTOR:** YOLANDA RUIZ BURGOS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** MATRIZ DE RIESGOS, panorama de riesgos, riesgos, gas.

### DESCRIPCIÓN:

La siguiente monografía muestra una identificación de los peligros inherentes a los procesos involucrados en la operación de plantas de gas (compresión, separación endulzamiento, deshidratación), así como la evaluación de los riesgos asociados y los controles que deberían implementarse para disminuir la probabilidad de materialización del riesgo y que resulte en incidentes o accidentes de trabajo en donde se vea afectada la salud e integridad física de las personas.

Se identificaron las diferentes metodologías existentes en identificación de riesgos y se determinó efectuar el análisis de riesgos con base en la metodología sugerida por la Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GCT 45. El desarrollo de la metodología implica definir parámetros a estudiar en la matriz de riesgos como proceso, zona / lugar, actividades, tareas, rutinarias (si o no), peligro (descripción y clasificación), efectos posibles en las personas, evaluación del riesgo) nivel de deficiencia, nivel de exposición, nivel de probabilidad, nivel de consecuencia, nivel de riesgo e intervención, interpretación del nivel del riesgo), valoración del riesgo (aceptabilidad del riesgo), criterios para establecer controles (peor consecuencia y existencia de requisito legal específico asociado –si o no-), medidas de intervención (eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos, señalización, advertencia y, equipos / elementos de protección personal.

Finalmente se elaboró el mapa de riesgos identificando los riesgos calificados como ALTO en la matriz de riesgos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino

## ABSTRACT

**TITLE:** GUIDES FOR THE IDENTIFICATION OF HAZARD, RISK EVALUATION AND DETERMINATION OF CONTROLS DURING GAS PLANTS OPERATION.\*

**AUTHOR:** YOLANDA RUIZ BURGOS\*\*

**KEY WORDS:** RISK MATRIX, hazards, risks, gas

### DESCRIPTION

The following monograph shows an identification of the dangers inherent in the processes involved in the operation of gas plants (compression, separation sweetening, dehydration), as well as the evaluation of the associate irrigations and the controls that should be implemented to diminish the probability of materialization of the risk and that it results in incidents or work accidents where there meets affected the health and physical integrity of the persons. The different existing methodologies were identified in identification of risks and one determined the analysis of risks effected with base in the methodology suggested by the Guide for the identification of the dangers and the valuation of the risks in safety and occupational health GCT 45. The development of the methodology implies defining parameters to studying in the counterfoil of risks as process, zone / place, activities, tasks, routine (if or not), hazard (description and classification), possible effects in the persons, evaluation of the risk) level of deficiency, level of exhibition, level of probability, level of consequence, level of risk and intervention, interpretation of the level of the risk), valuation of the risk (acceptability of the risk), criteria to establish controls (worse consequence and existence of legal requirement associate specific - if or not-), measures of intervention (elimination, substitution, controls of engineering, administrative controls, signposting, warning and, equipment / elements of personal protection. Finally the map of risks was elaborated identifying the risks qualified as HIGH PLACE in the counterfoil of risks.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino

## INTRODUCCIÓN

El propósito general de la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos es tener conocimiento de los peligros que se pueden generar en el desarrollo de las actividades, con el fin de que la organización pueda establecer los controles necesarios, al punto de asegurar que cualquier riesgo sea aceptable.

Por esto, cualquier lesión que sufra el trabajador de una empresa, se convierte en objetivo de trabajo de la salud ocupacional. Y es que el accidente o la enfermedad en el trabajo no solo ocasionan lesiones a los trabajadores, sino que también originan daños y pérdidas a la empresa.

Así mismo, las organizaciones deben prevenir, controlar y/o minimizar las pérdidas representadas en lesiones a los trabajadores, daños materiales e interrupción de los procesos productivos, originados de los accidentes de trabajo o las enfermedades profesionales y que a la postre, se reflejan en los resultados de la empresa a nivel de la productividad, la calidad del producto o del servicio y la rentabilidad.

Para la elaboración de los Programas de salud Ocupacional de las organizaciones, se parte del diagnóstico de condiciones de trabajo en la cual se realiza el inventario general de agentes y factores de riesgo. Así mismo dentro de este documento se contempla uno de los subprogramas llamado “Subprograma de Higiene y Seguridad Industrial” cuyo objetivo general es identificar los peligros, evaluar, cuantificar y controlar riesgos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo, con el fin de prevenir que sucedan incidentes y/o se desarrollen enfermedades profesionales en la población trabajadora.

Cada año en el mundo, millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo, que les producen lesiones de diversa gravedad. En cada uno de estos accidentes se han detectado que la causa raíz ha sido una inadecuada identificación del peligro o la valoración inadecuada del riesgo asociado que provocó el desarrollo del evento. La industria de petróleo y gas es una de las que se encuentra calificada con el riesgo más alto, debido a los materiales, equipos, herramientas e insumos con los que el trabajador interactúa diariamente. Teniendo en cuenta lo especificado en la MSDS (Material Safety Data Sheet: Hoja de Seguridad del Material) del gas natural es un elemento extremadamente inflamable, por lo que su exploración, extracción, tratamiento y procesamiento hace que aumento el riesgo de generar eventos de seguridad industrial y salud ocupacional que puedan resultar en lesiones a las personas.

En una planta de tratamiento de gas se llevan a cabo una serie de procesos necesarios para obtener un gas con las calidades necesarias de un gas venta y cada uno de ellos encierra riesgos propios inherentes al proceso que si no se controlan, pueden llegar a ocasionar eventos que afectarían la salud e integridad de los trabajadores, quienes podrían ser víctimas de incidentes o accidentes de trabajo.

Por estos motivos, se vio la necesidad de llevar a cabo un estudio de identificación de peligros, evaluación de riesgos y definición de controles del proceso de tratamiento del gas, que sirviera como guía para las empresas que se dedican a esta actividad económica y con base en el resultado, contar con una herramienta que permita facilitar, agilizar y visualizar los peligros y riesgos de las actividades que se adelantan en este proceso.

Es por esto, que al aporte de este estudio es una Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos asociados a los procesos que se realizan, con sugerencias de los controles que deberían ser implementados para minimizar los riesgos detectados y una mapa de riesgos de cada proceso involucrado en el tratamiento del gas, que permitirá visualizar el grado de peligrosidad asociado a cada área. Esta herramienta también servirá de guía para elaborar la matriz de riesgos de otras áreas de trabajo de la organización.

## **1. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL**

El propósito del tratamiento y procesamiento del gas natural es asegurar que ésta posea las especificaciones de calidad requeridas para poder ser comercializado, es decir, que cumpla con los requerimientos del Reglamento Único de Transporte de Gas Natural en Colombia (RUT). El tratamiento del gas natural consiste en retirarle impurezas como son el agua y los contaminantes ácidos como el H<sub>2</sub>S y el CO<sub>2</sub>. Una vez el gas es tratado, se hace su procesamiento.

El tratamiento y procesamiento de gas natural involucran el uso de plantas de gas, es decir, se utilizan equipos como torres contactoras, sistemas de regeneración, torres fraccionadoras, bombas, separadores, etc. (Ver Anexo A. Esquema de una planta de gas)

El tratamiento mínimo para un gas de producción es la deshidratación; sin embargo, si la concentración de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S sobrepasan límites establecidos se deben realizar procesos de para remover esos gases ácidos (endulzamiento).

Un posible proceso para el tratamiento y procesamiento del gas consiste en: separación inicial, remoción del gas ácido (endulzamiento), deshidratación (control del punto de rocío del agua), control del punto de rocío por hidrocarburo (recobro de líquidos del gas natural; LNG), fraccionamiento o procesamiento.

Las Figuras 1 y 2 muestran el esquema de una planta de producción para el manejo de pozos con flujo de gas. La corriente de gas puede necesitar calentamiento antes de la separación inicial, especialmente en climas fríos. En cabeza de pozo, y en las válvulas de control de flujo, ocurre una caída de presión y por lo tanto el gas se expande y su temperatura disminuye (Efecto Joule Thompson). Si la temperatura es lo suficientemente baja, se podría presentar formación de hidratos de gas.

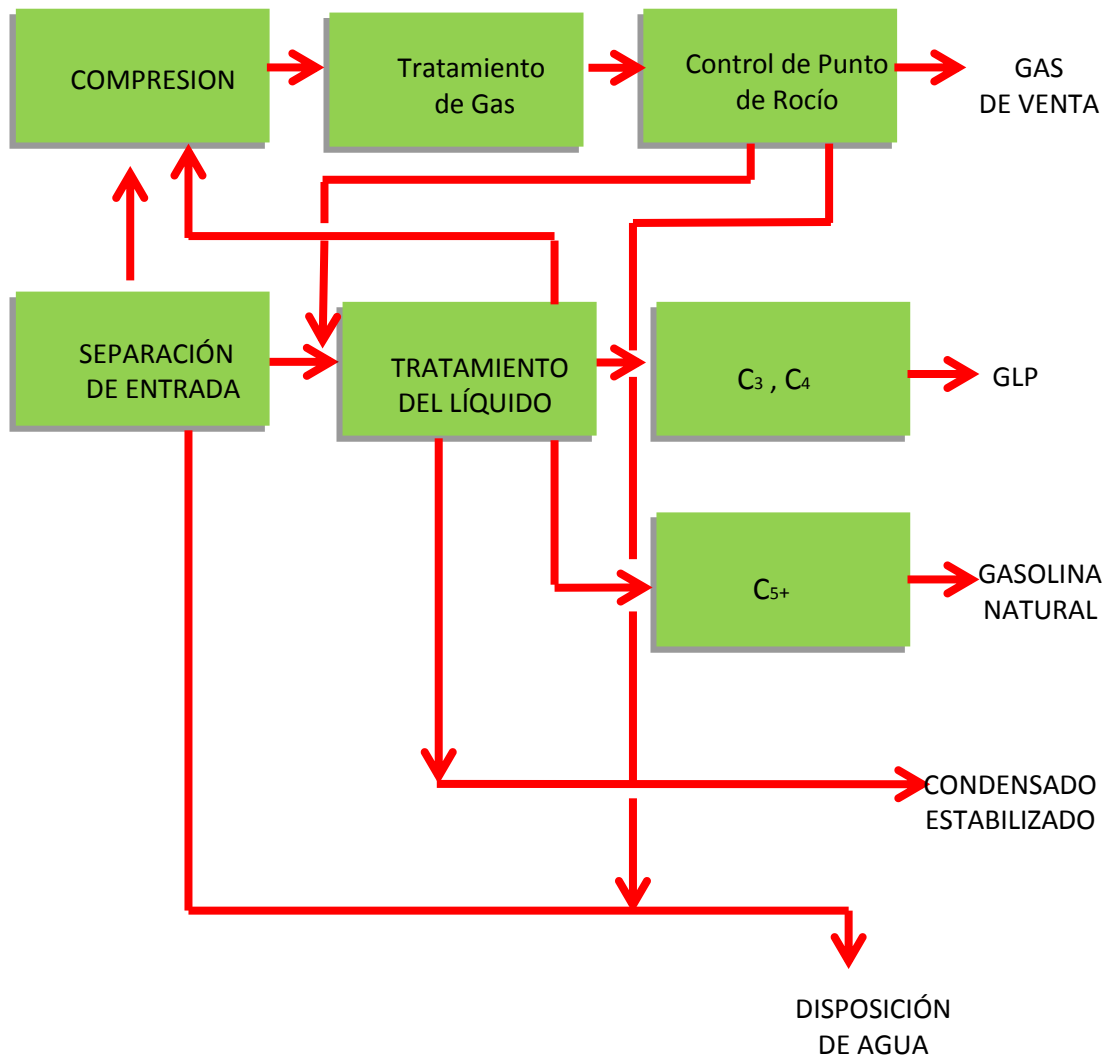
Normalmente, los líquidos se separan del gas para reducir el duty de los intercambiadores de calor, tanto en el calentamiento como en la refrigeración. Los intercambiadores de calor se utilizan para enfriar el gas y también para enfriar o calentar los líquidos, como por ejemplo en la refrigeración del glicol y las aminas, utilizados en la deshidratación y en el endulzamiento de gas respectivamente.

En una instalación de gas, existe primero una separación, a alta presión, esto permite la estabilización del flujo de gas en el proceso corriente abajo y la optimización de la energía calórica en todo el proceso. Con el tiempo, en las tuberías provenientes de los pozos pueden disminuir la presión y se podría necesitar una etapa de compresión antes de seguir con el manejo del gas.

La primera etapa de separación es de tres fases, determinada por la capacidad del gas, proporcionando el suficiente tiempo de retención del líquido. Lo fundamental es cumplir con las exigencias de transporte de gas especificadas en el RUT (Reglamento Único de Transporte) y reconocer la necesidad de eliminar las impurezas del gas para la venta.

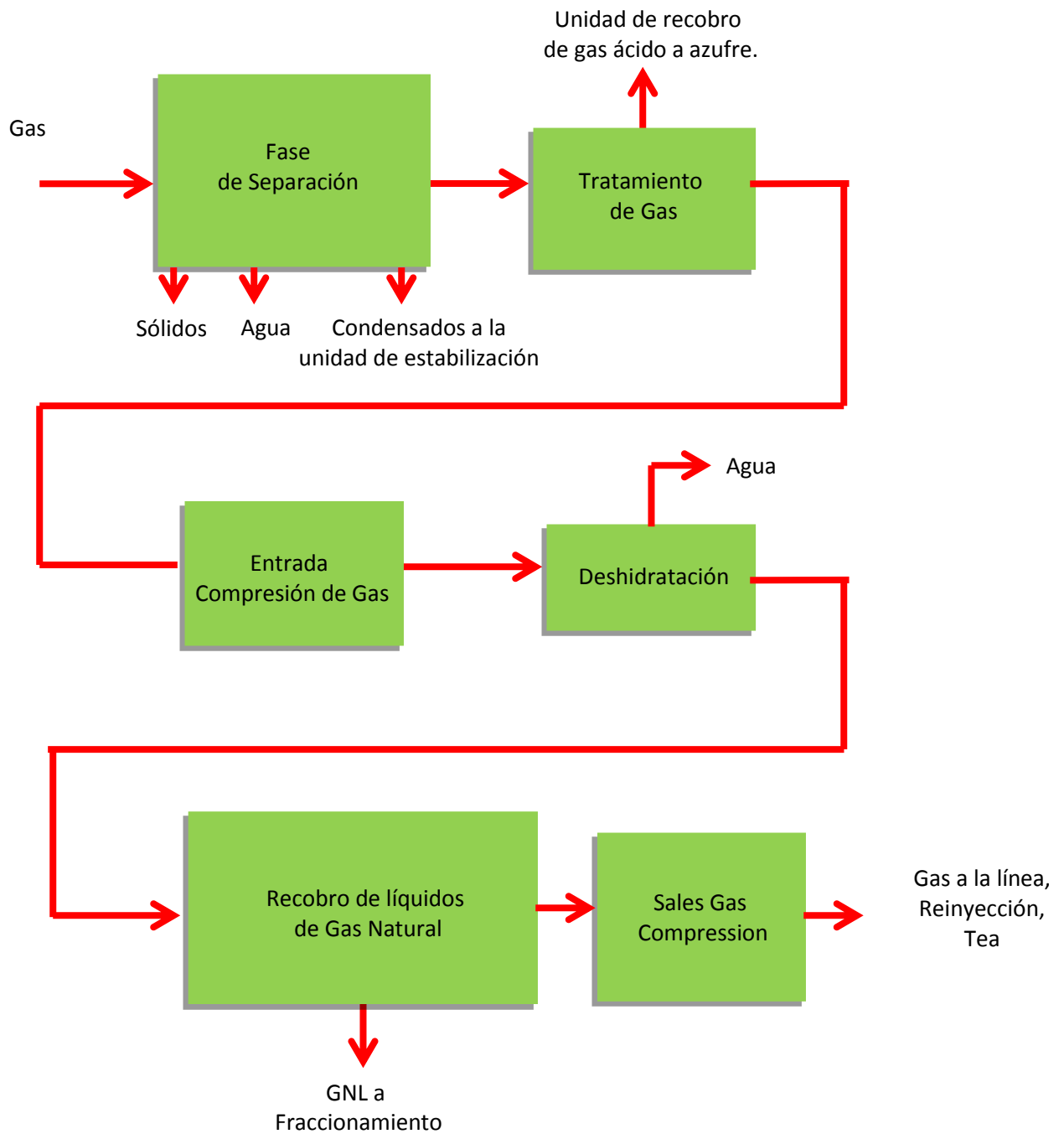
El líquido hidrocarburo que se separa debe ser estabilizado para recuperar la mayor cantidad posible de hidrocarburos líquidos.

**FIGURA 1. Diagrama de flujo para el tratamiento y procesamiento de gas.**



Fuente: SANTOS, NICOLÁS. Diseño y operación de unidades de tratamiento y procesamiento del gas

**FIGURA 2. Esquema de planta de tratamiento y procesamiento de gas.**



Fuente: MOLKHATAB, S., POE., W., SPEIGHT, J.

Casi en su totalidad, los pasos involucrados en el tratamiento del gas obedecen a procesos de naturaleza física, con excepción del proceso de remoción de gas ácido (endulzamiento) que involucra reacciones químicas.

Las especificaciones de productos gaseosos y líquidos se alcanzan por separación de los compuestos, mediante cambios en las condiciones físicas de temperatura y presión a las cuales están expuestos los fluidos.

El contacto con otros compuestos tales como glicol (utilizado en la deshidratación) y aceite de absorción (utilizado en la recuperación del producto blanco), afecta las solubilidades relativas de ciertos compuestos, logrando su separación de la corriente del gas principal. Mediante el contacto con compuestos sólidos como el gel de sílice (utilizado en la deshidratación) o tamiz molecular (utilizada en deshidratación y endulzamiento), se pueden separar algunos compuestos de la corriente de gas (agua y CO<sub>2</sub>) por el proceso de adsorción física. La destilación es el proceso usado para separar los hidrocarburos en fracciones líquidas.

Para lograr una identificación eficaz de los peligros, así como una adecuada valoración de los riesgos, es necesario hacer una descripción básica de los equipos que componen el proceso.

## 2. EQUIPOS DEL PROCESO

En las plantas de tratamiento y fraccionamiento de gas, los fluidos líquidos y gaseosos van de un equipo a otro, en los cuales se varía la temperatura y la presión bajo condiciones controladas. En estos procesos se requieren los siguientes equipos:

- Separadores, torres contactoras y fraccionadoras
- Sistemas para contacto gas / líquido tales como:
  - Platos,
  - Empaques al azar,
  - Empaque estructurado.
  
- Intercambiadores de calor
- Bombas
- Compresores
- Tuberías de conexión
- Válvulas y accesorios.

La fabricación e instalación de estos equipos y accesorios está gobernada por códigos y estándares que usualmente tienen relación con aspectos de seguridad así como su desempeño.

## **2.1 ETAPAS DEL PROCESO**

### **2.1.1 Separación.**

La separación de aceite y gas es una operación rutinaria y necesaria en todo campo de producción de hidrocarburos. Separar la corriente de gas de los líquidos libres es la primera y más crítica etapa en las operaciones de procesamiento. Existen varias tecnologías disponibles para separar los líquidos y los sólidos que vienen en una corriente de gas; sin embargo, seleccionar el más adecuado, requiere no solo conocer las condiciones del proceso sino también las características de los contaminantes.

Generalmente se usan tres principios físicos para conseguir la separación física del gas y los líquidos y/o sólidos: la velocidad, gravedad y coalescencia. Cualquier separador puede emplear uno o más de estos principios; sin embargo, las fases deben ser inmiscibles y tener densidades diferentes para que la separación pueda ocurrir.

Los separadores se pueden clasificar así:

- Según el número de fases que separa. Bifásico (Separa líquido – gas), Trifásico (separa gas – petróleo – agua)
- Según la forma geométrica: Cilíndrico, esférico (bastante usados en campos de gas y cuando se debe trabajar a altas presiones)
- Según su posición. Verticales (se usan cuando la relación gas -crudo es baja y cuando hay producción de arena); horizontales (Pueden ser de un cilindro o dos. Se usan cuando las relaciones gas - crudo son altas).

- Según la presión de operación: Alta (a presiones mayores de 300 psi); media (a presiones entre 100 y 300 psi); baja (a presiones menores de 100 psi).
- Según su uso. De prueba (separa y mide); generales (únicamente separa). (Ver Anexo B. Esquema del proceso de separación en una etapa).

### **2.1.2 Endulzamiento.**

Además de los hidrocarburos pesados y el vapor de agua, a menudo el gas natural contiene otros contaminantes que tienen que ser removidos. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), y otros componentes del azufre como mercaptanos, son compuestos que requieren ser removidos completamente o en forma parcial para que el gas sea aceptado por el comprador. Estos compuestos son conocidos como “gases ácidos”. El H<sub>2</sub>S combinado con agua forma ácido sulfúrico débil, mientras el CO<sub>2</sub> y el agua forman el ácido carbónico; de ahí el término “gas ácido”. El H<sub>2</sub>S y el CO<sub>2</sub> son indeseables, ya que causa corrosión y reducen el poder calorífico, el cual determina el valor en las ventas del gas. Además, el H<sub>2</sub>S puede ser letal en pequeñas cantidades. Los componentes ácidos deben ser removidos de la corriente de gas natural por las siguientes razones: seguridad, control de corrosión, especificaciones de calidad de los productos, impedir la formación de hidratos, disminuir costos de compresión, evitar el envenenamiento de los catalizadores, satisfacer las exigencias ambientales para transporte y consumo.

Se han desarrollado numerosos procesos para el endulzamiento de gas basados en una variedad de principios químicos y físicos que pueden clasificarse así:

- Procesos de adsorción con lecho sólido. Esponja de hierro, óxido de zinc, tamiz molecular.
- Procesos con solventes químicos (aminas). Monoetanol amina (MEA), Dietanol amina (DEA), Metildietanol amina (MDEA), Diglicol amina (DGA), Trietanol amina (TEA).
- Procesos con solventes físicos. Sulfinol. Selexol, rectisol.
- Procesos de conversión directa de H<sub>2</sub>S a azufre. Claus, Locat.
- Procesos de Permeación de gas. Membranas permeables.

Ver Anexo C. Esquema del proceso de separación en una etapa.

### **2.1.3 Deshidratación**

Para ser transportado por tuberías, además de la especificaciones de presión, temperatura y velocidad, el gas debe cumplir con otros requerimientos como máximo contenido de agua (punto de rocío de agua), máximo contenido de hidrocarburos condensables (punto de rocío de hidrocarburos), concentraciones permisibles de contaminantes (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, mercaptanos), poder calorífico y limpieza (contenido de sólidos). La deshidratación se enfoca en los principios de tratamiento en campo para remover el contenido de agua de la corriente de gas.

Debido a la cantidad de agua que contiene el gas, es necesario someterlo a un proceso de deshidratación, el cual se define como el proceso de remover el vapor

de agua que está asociado al gas. El vapor de agua es probablemente la impureza indeseable más común en un flujo de gas.

Las principales razones para remover el vapor de agua del gas natural, son las siguientes:

- El agua líquida y el gas natural pueden formar hidratos que taponan los equipos y tuberías.
- El agua líquida del gas natural es corrosiva principalmente si contiene  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ .
- El vapor de agua del gas natural puede condensarse en las líneas llegando a causar taponamiento.
- Optimizar el funcionamiento de los compresores.
- Cumplir con la calidad exigida para su transporte en tuberías y comercialización.

Dos conceptos muy importantes son utilizados para referirse al contenido de humedad del gas y por ende, a la eficiencia de la planta:

- **Temperatura de punto de rocío.** Es la temperatura a la cual el gas natural se satura con vapor de agua, bajo cualquier presión dada. El agua se condensa si el gas está por debajo de su temperatura de punto de rocío. La cantidad de vapor de agua contenida en el gas en su punto de rocío depende de la presión, temperatura y composición del gas.

- **Depresión o disminución de la temperatura del punto de rocío.** Esta expresión es otra forma de describir cuánto vapor de agua ha sido removido del gas natural. La depresión del punto de rocío es la diferencia entre la temperatura del punto de rocío del gas de entrega y la temperatura del punto de rocío del gas deshidratado (a la salida de la planta).

Los métodos de deshidratación de gas más utilizados en la industria son:

- **Deshidratación por Absorción.** Utilizando un desecante líquido. Consiste en remover el vapor de agua del gas, a través del contacto íntimo con un desecante líquido. El contacto tiene lugar en una torre empacada o de platos. Los glicoles son los desecantes líquidos más efectivos; los más usados para la deshidratación del gas natural son: etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol (EG, DEG, TEG). El EG se usa como inhibidor de hidratos; el DEG tiene baja eficiencia en comparación con el TEG que es el glicol más comúnmente usado en el 95% de las plantas deshidratadoras. (Ver Anexo 3. Esquema de una planta de deshidratación con glicol)
- **Deshidratación por Adsorción.** Utilizando un desecante sólido. La deshidratación con desecantes sólidos es un proceso que trabaja bajo el principio de adsorción. La adsorción involucra una forma de adhesión entre las partículas del desecante sólido y el vapor de agua en el gas. El agua forma una partícula extremadamente delgada que se adhiere a la superficie del desecante por fuerzas de atracción, pero no ocurre reacción química. Es mucho más eficiente que la deshidratación con glicol. Sin embargo, con el fin de reducir el tamaño de la adsorbedora, frecuentemente se usa una adsorbedora con glicol para realizar una deshidratación inicial con lo que se

reduce la masa de desecante sólido necesaria para la deshidratación final. Utilizar deshidratación con desecantes sólidos como otra alternativa a la deshidratación con glicol, puede producir beneficios ambientales y económicos muy significativos, incluyendo la reducción de costos de capital, operación y mantenimiento; además de conseguir un contenido mínimo de componentes orgánicos volátiles (VOC – Volatile Organic Compounds) y mínimos contaminante peligrosos en el aire como benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BETEX – Benzene, Touene, Etyhylbenxene, and Xylenes).

- **Deshidratación por Delicuescencia.** Se refiere al uso de sales de metales alcalinotérreos para secar el gas. En la industria de gas, la más empleada en los sistemas de deshidratación es el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ). Una deshidratadora de  $\text{CaCl}_2$  es una combinación de una torre absorbedora de vapor de agua y una unidad de lecho sólido. El paso del gas a través del cloruro de calcio anhidro forma una salmuera concentrada; el lecho se asienta a medida que el  $\text{CaCl}_2$  es consumido desde el fondo y proporciona una deshidratación eficiente hasta que queden dos pies de lecho remanente. La salmuera formada gotea dentro de una sección de absorción, en la cual la salmuera absorbe agua del gas a medida que ésta descende por gravedad, de plato en plato, en contracorriente con el gas húmedo que asciende desde el fondo.
- **Permeación de gas.** La Permeación del gas se basa en el principio de transferencia de masa por la difusión de gas a través de una membrana. Una membrada es una barrera semipermeable entre dos fases, que permite el paso de varios solutos a través de ella a diferentes tasas y también permite a componentes selectivos penetrar mientras retiene otros componentes de entrada del alimento. Las membranas son usadas en la

industria del gas principalmente para remover el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S). Debido a su simplicidad, a que ocupan menor espacio y peso en comparación con los sistemas tradicionales (Plantas de absorción), las membradas permeables se convierten en una alternativa para aplicaciones costa afuera.

- **Tecnología Twister.** Alternativa preferida para operaciones costa afuera por su simplicidad (no tiene partes móviles), su pequeño tamaño y bajo peso. El separador twister supersónico, es una combinación de conocidos procesos físicos, como la expansión, la separación ciclónica de gas / líquido, y los pasos del proceso de recompresión, en un dispositivo compacto y tubular para condensar y separar agua e hidrocarburos pesados del gas natural. El tiempo de residencia dentro del separador es solamente milésimas de segundo, lo cual no permite que se depositen sólidos ni se forme hidratos, evitando así la aplicación de inhibidores químicos. (Ver Anexo D. Esquema de una planta de deshidratación con glicol).

### 3. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

En la actualidad, la gestión del riesgo hace parte de la cultura de las organizaciones, quienes en su diario actuar, la han venido convirtiendo en parte de sus valores. La ausencia de gestión del riesgo puede ocasionar efectos tan adversos que puede llevar a la quiebra misma, afectar la imagen de la empresa cuando se tienen lesiones personales, daños al medio ambiente, daños a la salud pública, afectación a la comunidad, asuntos penales, etc. El riesgo en la industria

del gas está influenciado por las amenazas y la vulnerabilidad del sistema que tenga ya sea en el proceso o en las instalaciones.

### **3.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

#### **3.1.1 Accidente de Trabajo.**

Suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, incluso fuera del lugar y horas de trabajo.

#### **3.1.2 Actividad rutinaria.**

Actividad que forma parte de un proceso para comprender la naturaleza del riesgo y para determinar el nivel del riesgo.

#### **3.1.3 Actividad No Rutinaria.**

Actividad que no se ha planificado ni estandarizado, dentro de un proceso de la organización o actividad que la organización determine como no rutinaria por su baja frecuencia de ejecución.

#### **3.1.4 Análisis del Riesgo.**

Proceso para comprender la naturaleza del riesgo.

### **3.1.5 Consecuencia.**

Resultado, en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente.

### **3.1.6 Elemento de Protección Personal (EPP).**

Dispositivo que sirve como barrera entre un peligro y alguna parte del cuerpo de una persona.

### **3.1.7 Equipo de Protección Personal.**

Dispositivo que sirve como medio de protección ante un peligro y que para su funcionamiento requiere de la interacción con otros elementos. Ejemplo, sistema de detección contra caídas.

### **3.1.8 Evaluación del riesgo.**

Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia.

### **3.1.9 Exposición.**

Situación en la cual las personas se encuentran en contacto con los peligros.

### **3.1.10 Identificación del peligro.**

Proceso para reconocer si existe un peligro.

### **3.1.11 Incidente.**

Evento (s) relacionado (s) con el trabajo, en el (los) que ocurrió o pudo haber ocurrido lesión o enfermedad (independiente de su severidad) o víctima mortal. Un accidente es un incidente que da lugar a una lesión, enfermedad o víctima mortal. Un incidente es en el que no hay como resultado una lesión, enfermedad, ni víctima mortal; también se puede determinar como “casi-accidente” (situación en la que casi ocurre un accidente). Una situación emergencia es un tipo particular de accidente.

### **3.1.12 Medida (s) de control.**

Medida (s) implementada (s) con el fin de minimizar la ocurrencia de incidentes.

### **3.1.13 Nivel de consecuencia (NC).**

Medida de severidad de las consecuencias

### **3.1.14 Nivel de deficiencia (ND).**

Magnitud de la relación esperable entre (1) el conjunto de peligros detectados y su relación causal directa con posibles incidentes y (2), con la eficacia de las medidas preventivas existentes en el lugar de trabajo.

### **3.1.15 Nivel de exposición (NE).**

Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral.

### **3.1.16. Nivel de riesgo.**

Magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia.

### **3.1.17. Peligro.**

Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de éstos.

### **3.1.18. Personal expuesto.**

Número de personas que están en contacto con peligros.

### **3.1.19 Probabilidad.**

Grado de posibilidad de que ocurra un evento no deseado y pueda producir consecuencias

### **3.1.20 Riesgo.**

Combinación de la probabilidad de que ocurra(n) un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento (s) o exposición (es).

### **3.1.21 Riesgo aceptable.**

Riesgo que ha sido reducido a un nivel que la organización puede tolerar, respecto a sus obligaciones legales y su propia política en seguridad y salud ocupacional.

### **3.1.22 Valoración de los riesgos.**

Proceso de evaluar el (los) riesgo (s) que surge (s) de un (os) peligro (s), teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el (los) riesgo (s) es (son) aceptable (s) o no.

### **3.1.23 Valor límite permisible (VLP).**

Concentración de un contaminante químico en el aire, por debajo del cual se espera que la mayoría de los trabajadores puedan estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos a la salud.

## **3.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS**

Las técnicas para identificación de peligros no se limitan exclusivamente a la consideración de posibles accidentes mayores, sino a la posibilidad que se produzcan otros incidentes relacionados con el proceso. Dichas técnicas proponen diversas metodologías que buscan dar respuesta a preguntas como: Qué puede funcionar mal? Por qué razón?

La identificación de peligros, la evaluación de riesgos asociados, permite definir objetivos y priorizar las acciones en materia de control de peligros dentro del ambiente de trabajo.

Antes de iniciar con la definición de los peligros y evaluación de riesgos, , es importante conocer los diferentes tipos de análisis de riesgos que se encuentran disponibles para las organizaciones.

### **3.2.1 Métodos cualitativos para el análisis de riesgos.**

Éste análisis emplea forma o escalas descriptivas para referirse a la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de que estas consecuencias ocurran.

Se emplea como una actividad inicial de pre – selección, para identificar los riesgos que necesitan un análisis más detallado, cuando el nivel del riesgo no justifica el tiempo y esfuerzo requeridos para un análisis más completo o cuando los datos numéricos disponibles son inadecuados para un análisis cuantitativo.

Dentro de este tipo de análisis se encuentran:

- Panorama de factores de riesgo
- Análisis histórico de riesgos
- Listas de chequeo
- Análisis de seguridad en el trabajo
- What if....?
- Análisis de modos de los fallos y sus efectos (FEMA)
- HAZOP
- Árbol de fallos (FTA)
- Árbol de sucesos (ETA)
- Análisis de riesgos por oficio (ARO)
- Análisis de causas y consecuencias (ACC)

### **3.2.2 Métodos semi - cuantitativos para el análisis de riesgos.**

En este análisis, a las escalas cualitativas le son asignados valores. Emplean índices globales de potencial de riesgo, estimado a partir de las estadísticas de operaciones similares. Estos métodos son útiles para lograr comparaciones entre distintas plantas existentes, en una misma planta antes y después de las modificaciones, entre procesos diferentes ligados a un mismo fin, entre alternativas de diseño.

Dentro de este tipo de análisis se encuentran:

- Método de DOW (índice de fuego y explosión)
- Método de ICI: Índices de MOND
- Índice SHI y MHI (Substance Hazard Index y Material Hazard Index)
- Árboles de Fallos (FT: Fault Tree)
- Árboles de sucesos (Event Tree)

### **3.2.3 Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos.**

Éste análisis emplea valores numéricos. Su objetivo es expresar la información en términos probabilísticos e incluye un análisis crítico con cálculos y estructuras para establecer la probabilidad de ocurrencia de sucesos complejos.

Dentro de éstos análisis se encuentran:

- Análisis cuantitativos mediante análisis de fallos (FTA)
- Análisis cuantitativos mediante análisis de sucesos
- Análisis cuantitativos de causas y consecuencias.

### 3.2.4 Clasificación de los factores de riesgo.

Los diversos peligros o factores de riesgos que pueden causar daños a la salud, malestar e ineficiencia significativa en los trabajadores pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- **Condiciones de Seguridad.** Incluye todas aquellas condiciones que influyen sobre la accidentabilidad:
  - Características de los locales de trabajo (espacios en general, suelos, pasillos, escaleras, columnas, entre otros).
  - Los equipos de trabajo (máquinas, herramientas, aparatos a presión, de elevación, de manutención, entre otros)
  - Almacenamiento y manipulación de cargas y otros objetos.
- **Condiciones ambientales físicas.** Exposición a agentes físicos como ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiaciones infrarrojas, radiaciones ultravioletas, microondas, láser, ondas de radio, campos electromagnéticos, entre otros).
  - Iluminación.
  - Condiciones termo higrométricas (calor, frío, humedad relativa, calidad del aire); es decir, climatización en general.
- **Contaminantes químicos y biológicos que pueden estar presentes en el medio de trabajo**

- Químicos (gases, vapores, aerosoles, entre otros).
- Biológicos (bacterias, virus, hongos, entre otros).
- **Carga de Trabajo.** Engloba los riesgos causados por las exigencias físicas y mentales de las tareas.
  - Físicas (esfuerzos a desarrollar, posturas, manipulación de cargas, entre otros).
- **Organización del trabajo.**
  - Forma de definir las tareas a efectuar.
  - Distribución de tareas entre los distintos trabajadores.
  - Horarios.
  - Ritmo y ejecución de los trabajos.
  - Monotonía y repetición de los mismos.
  - Posibilidad de iniciativas y participación en el quehacer diario.
  - Descansos o pausas.
  - Turnicidad (trabajar rotativamente en turnos de mañana, tarde y noche).
  - Relaciones personales y sociales que se derivan de los anteriores condicionantes.

**Interrelación de los factores de riesgo.** Los cinco grupos que se acaban de enunciar no son excluyentes entre sí. Se debe tener en cuenta la posible presencia de varios factores de riesgo simultáneamente, así como el tiempo de exposición y nivel de concentración de los mismos.

Por ejemplo, un puesto de trabajo que exija gran concentración mental por su complejidad y rapidez de desarrollo, efectuado en un lugar de trabajo con deficiente iluminación, obligará al trabajador a una postura y esfuerzos

seguramente más penosos que en unas condiciones adecuadas de iluminación. Igualmente fomentar un buen clima de relación y participación entre los trabajadores puede favorecer el grado de iniciativa e implicación en la tarea de los mismos, disminuyendo la agresividad provocada por las condiciones de turnicidad.

A continuación se definen y desarrollan los factores de riesgo.

### 3.2.4.1 Riesgos físicos.

Son tipos o formas de energías existentes en un lugar de trabajo, que, dependiendo de ciertas condiciones y situaciones, pudieran causar daño. Estos peligros se suelen clasificar de acuerdo al sitio donde se ubica la fuente de energía (Ver Tabla 1).

**TABLA 1. Clasificación del riesgo de acuerdo con la fuente de energía**

UBICACIÓN	RIESGO
Interna	<input type="checkbox"/> Potencial (Recipientes de Presión) <input type="checkbox"/> Cinética (Centrífuga) <input type="checkbox"/> Física (Explosión) <input type="checkbox"/> Eléctrica (Transformadores, Generadores)
Externa	<input type="checkbox"/> Ambiente del sistema (temperatura, contaminación, radiaciones) <input type="checkbox"/> Ambiente natural (rayos, terremoto, huracanes)

Fuente: ARL POSITIVA

## **Tipos de Riesgos Físicos**

Entre los peligros físicos, agresivos o riesgosos para la salud, generados por las alteraciones del ambiente en el lugar de trabajo, se encuentran los siguientes:

- Ruido
- Vibraciones
- Iluminación
- Temperaturas Extremas
- Radiaciones
- Presión y
- Otros

### **Ruido**

El ruido es el sonido no deseado, molesto y/o desagradable, que por sus características es susceptible de provocar alteraciones fisiológicas, psicológicas o de índole social. La sordera es la alteración fisiológica más importante, entre las psicológicas destaca la fatiga nerviosa (con consecuencias como la pérdida de atención), mientras que las de carácter social se centran en los problemas de comunicación entre las personas.

Los efectos producidos por la exposición al ruido en el hombre van a depender de las características cualitativas y cuantitativas del sonido, tales como su espectro de frecuencia, nivel de presión sonora, periodicidad, duración y distribución a lo largo del día. Existe también otro factor, no fácilmente determinable, que influye en los daños por exposición al ruido, que es la susceptibilidad individual.

En la tabla 2 se presentan los límites permisibles en el ambiente de trabajo, según la normatividad legal vigente.

**TABLA 2. Niveles Permisibles de Ruido Continuo**

RUIDO	TIEMPO DE EXPOSICION (hr/d)	NIVEL DE RUIDO PERMISIBLE dB (A)*
Continuo	8 horas	85
	4 horas	90
	2 horas	95
	1 hora	100
	30 minutos	105
	No se permite exposición	115

\* dB (A): Decibeles, escala A

Fuente: ARL POSITIVA

Aplicables para la exposición total del día de trabajo, tanto para una exposición continua como para varias exposiciones de corta duración. Quedo suelta la idea

## **Iluminación**

La iluminación es uno de los principales factores ambientales de carácter microclimático, que tiene como finalidad el facilitar la visualización de las cosas dentro de un contexto especial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad. La iluminación constituye un factor esencial para que los ambientes de trabajo sean seguros y confortables y es básico para la eficiencia visual del individuo.

- **Sistemas de Iluminación**

Los sistemas de iluminación industrial pueden clasificarse atendiendo a las fuentes de iluminación y a la función, estas a su vez se pueden dividir de la siguiente forma:

- **Según fuentes de Iluminación.**

- ❖ **Sistema de Iluminación Natural.** No hay algo que poner aca??

- ❖ **Sistemas de Iluminación Artificial:** Se basan fundamentalmente en la generación controlada de luz, aprovechando algunos fenómenos de termorradiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación, conocidas como lámparas. El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del tipo de recinto y tarea realizar.

- **Según su función:**

- ❖ **Alumbrado General (Interiores/Exteriores).** Es el alumbrado de una instalación en la que el tipo de luminarias, su posición y altura respecto al plano de trabajo, permiten obtener sobre dicho plano una iluminación uniforme que es independiente de la orientación y posición de los puestos de trabajo. La iluminación media debe ser igual al nivel máximo necesario, lo que supone mayor cantidad de puntos de luz.

- ❖ **Alumbrado semilocalizado:** en este tipo de alumbrado las luminarias están situadas de forma que refuercen el nivel luminoso en los planos de trabajo, pero manteniendo un nivel suficiente en las zonas de circulación.
- ❖ **Alumbrado localizado.** Es el que sirve para reforzar el nivel de iluminación de los planos de trabajo en aquellos casos en que el alumbrado general proporciona niveles bajos.
- ❖ **Alumbrados especiales.** Cuando se requiere dar la iluminación mínima indispensable para la seguridad de la vida y la propiedad, para iluminar rutas de evacuación o iluminación de emergencia cuando falta el funcionamiento eléctrico normal.

### **Temperaturas Extremas**

Son el tipo de energía que puede ser natural o artificial, y cuya exposición puede afectar al hombre. Existe un número de variables, que se deben considerar cuando se evalúan los riesgos que presentan las temperaturas extremas como lo son las variaciones individuales, la duración de la exposición, el tipo de trabajo, la velocidad del viento, la temperatura del bulbo húmedo, bulbo seco, humedad relativa y otros factores.

Existen dos fuentes de calor que son importantes para cualquier persona que trabaje en un ambiente caliente: el calor interno generado metabólicamente, que es un subproducto de los procesos químicos que se producen en el interior de las células, tejidos y órganos; y el calor externo impuesto por el ambiente, el cual influye sobre la velocidad de intercambio calórico del cuerpo con el ambiente y en consecuencia con la facilidad con que el cuerpo puede regular y mantener una temperatura normal.

El estrés calórico es la suma de factores del ambiente y del trabajo físico que constituye la carga calórica total impuesta a un organismo. Los factores ambientales son la temperatura del aire, el movimiento del aire, el intercambio de calor radiante y la presión de vapor de agua. El trabajo físico contribuye al estrés calórico total de la tarea al producirse calor metabólico en forma proporcional a la intensidad del trabajo.

- **Límites Permisibles**

Los límites permisibles se refieren a las condiciones de estrés por calor bajo las cuales se estima que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos sin presentar efectos adversos a la salud. Esta se determina con los valores de temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo, velocidad del viento, humedad relativa.

Desde el punto de vista fisiológico del organismo humano, el cuerpo debe mantener una temperatura interna constante, por lo tanto, es evidente que ha de existir un equilibrio entre la cantidad de calor generado en el cuerpo y su transmisión al medio ambiente (balance térmico).

En la tabla 3. se muestran los límites permisibles de exposición al calor de Temperatura de globo y bulbo húmedo en °C (Wet Bulb Globe Temperatura WBGT) en función de la carga de trabajo.

**TABLA 3. Límites Permisibles al calor en °C con respecto al régimen de trabajo**

Régimen de Trabajo-Descanso	Carga de trabajo		
	Liviana	Moderada	Pesada
Trabajo Continuo	30,0°C	26,7 °C	25,0 °C
75% trabajo 25% descanso (cada hora)	30,6 °C	28°C	25,9 °C
50% trabajo 50% descanso (cada hora)	31,4 °C	29,4 °C	27,9 °C
25% trabajo 75% descanso (cada hora)	32,2 °C	31,1 °C	30,0 °C

Fuente: ARL POSITIVA

### **Efectos a la Salud**

Se pueden dividir en función de las temperaturas extremas como se describe en la Tabla 4.

**TABLA 4. Efectos a la Salud de las Temperaturas Extremas**

Temperatura	Descripción	Consecuencias
Bajas	Si el calor cedido al medio ambiente es superior al calor producido por medio del metabolismo basal y el del trabajo, el organismo tiende a enfriarse (Hipotermia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Malestar general.</li> <li>❑ Disminución de la destreza manual.</li> <li>❑ Congelación de los miembros.</li> <li>❑ Comportamiento extravagante.</li> <li>❑ La muerte por falla cardíaca.</li> </ul>
Altas	Si el calor cedido por el organismo al medio ambiente es inferior al calor recibido y producido por el metabolismo total, el organismo tiende a aumentar su temperatura (Hipertermia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Trastornos psiconeuróticos.</li> <li>❑ Trastornos sistemáticos: calambres, agotamiento y golpe de calor, entre otros.</li> <li>❑ Trastornos en la piel: erupción y quemaduras.</li> </ul>

Fuente: ARL POSITIVA

### **Fuentes Radioactivas**

La radiación es energía que se emite, se transmite y se absorbe en forma de onda o de partículas energéticas.

Las fuentes radioactivas y su inadecuada manipulación resultan riesgosas para el ser humano debido a que la exposición no se percibe siempre por medios sensoriales o sensitivos. En general, la radiación se divide en dos categorías: ionizante y no ionizante.

Las radiaciones ionizantes son ondas o partículas con energía suficiente para producir una gran cantidad de ionizaciones en la materia con la que interactúan, incluye los rayos x, las partículas alfa y los rayos beta, gamma y de neutrones, las cuales son capaces de causar efectos tales como: dermatitis, quemaduras, cataratas, leucemia y otros.

**TABLA 5. Tipos de Radiaciones y sus efectos**

TIPOS DE RADIACIONES	CLASIFICACIÓN	EFECTOS
<p>Radiaciones ionizantes: Se caracterizan por su capacidad de arrancar electrones del átomo al incidir sobre la materia. Pueden ser de procedencia natural o artificial. Son de alta frecuencia.</p>	<p>Radiaciones ionizantes ondulatorias: no tienen masa ni carga eléctrica. Engloban a: Rayos X y rayos Gamma (<math>\gamma</math>).</p> <p>Radiaciones corpusculares: Tienen masa y carga eléctrica definidas. Las más importantes son: Partículas Alfa (<math>\alpha</math>), Beta (<math>\beta</math>) y Neutrones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Los efectos inmediatos ocurren cuando la gravedad es proporcional a la radiación recibida, sobrepasando una dosis umbral determinada. Los primeros efectos se manifiestan por alteraciones de la sangre, infecciones, hemorragias, quemaduras y vómitos.</li> <li>❑ Los efectos diferidos aparecen transcurridos unos años después de la irradiación. La relación entre la dosis recibida y el efecto es probabilística. Pueden llegar a producir alteraciones irreversibles en las células del organismo.</li> </ul>
<p>Radiaciones no ionizantes: Son aquellas que no pueden producir ionización sobre la materia en que inciden.</p>	<p>Radiofrecuencia y microondas: las microondas tienen longitudes de onda entre un milímetro y un metro. Las radiofrecuencias entre 1 y 3 metros.</p>	<p>Cuando inciden sobre medios biológicos producen aumento de temperatura corporal. Si la cantidad de calor es excesiva, puede producirse un golpe de calor o tienen poder de penetración en los tejidos afectando al sistema nervioso central, al sistema circulatorio, glándulas endocrinas, sistema digestivo y ritmo cardíaco.</p>

**Tabla 5 (Continuación). Tipos de Radiaciones y sus efectos**

TIPOS DE RADIACIONES	CLASIFICACIÓN	EFFECTOS
Radiaciones no ionizantes: Son aquellas que no pueden producir ionización sobre la materia en que inciden.	Radiación Infrarroja: Con longitudes de onda entre 750 nanómetros y 1 milímetro. De forma natural se producen por la luz solar. De forma artificial en las llamas, lámparas incandescentes, descargas de alta intensidad, hornos de fusión de metales, entre otros.	Produce efectos térmicos, las lesiones aparecen en la piel y en los ojos. En la piel aumenta la pigmentación y puede causar quemaduras. En los ojos pueden producirse eritemas, lesiones de córnea y en casos extremos "cataratas".
	Radiaciones Visibles: Con longitudes de onda entre 400 y 750 nanómetros.	Pueden producir fatiga ocular, deslumbramientos y pérdidas de la agudeza visual.
	Radiación Ultravioleta: Con longitudes de onda entre 100 y 400 nanómetros. La fuente natural más importante de radiación ultravioleta es el Sol. Artificialmente se produce en las lámparas de descarga gaseosa, lámparas de luz solar, soldadura por arco, lámparas germicidas, fotocopiadoras, entre otras.	Afecta principalmente a la piel y los ojos y sus efectos dependen de su efecto de emisión.
	Rayos Láser: Emitidos por dispositivos capaces de generar radiaciones electromagnéticas controladas, entre 250 nanómetros y 1 mm.	Los efectos están limitados prácticamente a los ojos, aunque pueden dejar ligeras secuelas sobre la piel.

Fuente: ARL POSITIVA

### **Límites Permisibles**

Los valores límites permisibles, son los siguientes:

Para las personas ocupacionalmente expuestas:

- En el caso de exposición uniforme del cuerpo, el límite anual de dosis efectiva es de 20 mSv.

- Cuando hay exposición parcial de órganos o tejidos individuales, el límite anual de dosis equivalente es de 500 mSv, excepto en el caso del cristalino de los ojos, el cual es de 150 mSv.

En operaciones planificadas:

- Durante las situaciones normales de operación pueden presentarse emergencias. Para controlarlas, se deben implementar operaciones planificadas, para las cuales es necesario fijar otros límites de dosis con la protección radiológica aprobada.
- El límite anual de dosis efectiva en operaciones planificadas es de 50 mSv y en toda la vida profesional, de 250 mSv.

Para las personas del público:

- En caso de exposición, el límite anual de dosis efectiva es de 1 mSv.

Las radiaciones no ionizantes son aquellas que no causan fenómenos de ionización; abarca la ultravioleta, la infrarroja, las microondas, láser y la radio frecuencia, éstas son capaces de producir calentamiento en la piel y en exposiciones prolongadas, quemaduras y cataratas en los ojos, alteraciones del sistema nervioso y del ritmo cardiaco, además constituyen una fuente de ignición que contribuye a que ocurran incendios.

## **Presión**

Tomando en cuenta la condición de peligro físico se define la presión como:

El peso ejercido sobre el nivel del mar por la capa de aire que rodea la tierra. Actúa en todas las direcciones sin excepción y su incidencia en el organismo humano está en función de su incremento.

- **Presión Normal:** La presión normal a nivel del mar es de una atmósfera y equivale a 14,7 lbs/pulg<sup>2</sup> o a una columna de 760 mm de Hg.

## **Límites Permisibles**

La exposición a altas presiones está directamente relacionada con el tiempo de permanencia, con las condiciones de trabajo y la profundidad si se opera en agua.

## **Efectos**

### **Por alta presión:**

- Dolor intenso, congestión de los oídos y pérdida de la audición (temporal o permanente).
- Dolor en el pecho y en las articulaciones y calambres por la generación de burbujas de nitrógeno en las articulaciones y debajo de los músculos.

### **Por Baja Presión:**

- Afectación de los oídos.
- Efectos derivados de la ausencia de O<sub>2</sub>.

La correcta manipulación, uso o almacenamiento de los sistemas de alta presión, son los elementos claves que se deben controlar para minimizar los riesgos que se pueden derivar de los sistemas de alta presión, de lo contrario se puede dar lugar, entre otras cosas a la fuga de sustancias contenidas en dichos sistemas o la ruptura de una manguera o tubería, lo cual a su vez, puede producir impactos capaces de originar lesiones graves, asfixia o incendios en caso de sustancias inflamables

### Daños por sobrepresión

En la Tabla 6. se relacionan los posibles daños producidos por sobrepresión.

**TABLA 6. Daños producidos por sobrepresión**

Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
0.03	Rotura ocasional de los vidrios de ventanas grandes sometidas a tensión.
0.04	Nivel de ruido alto (143dB), falla de vidrios por golpe sónico.
0.1	Rotura de ventanas pequeñas, sometidas a tensión.
0.15	Presión típica para rotura de vidrios.
0.3	"Distancia Segura" (probabilidad de 0.95 de que no habrá daños serios por debajo de este valor)
0.4	Límite de daños estructurales menores.
0.5 - 1.0	Ventanas pequeñas y grandes generalmente destrozadas, daño ocasional de marcos de ventanas.
0.7	Daño menor a estructuras de viviendas.
0.75	Rotura de ventanas pequeñas que no estén sometidas a tensión.
1.0	Demolición parcial de estructuras convencionales, haciéndolas inhabitables.
1.2	Asbestos corrugados de acero o aluminio fallan y se doblan. Paneles de madera (de construcción de casas) explotan.
1.3	Marcos de acero de edificaciones ligeramente distorsionados.
2.0	Colapso parcial de paredes y techos.

Fuente: Manual de Ingeniería de Riesgos. Volumen I. PDVSA

**Tabla 6 (Continuación). Daños producidos por sobrepresión**

Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
2.3	Paredes de concreto, no reforzados, destrozados.
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
2.5	50% de destrucción de los ladrillos de una casa.
3.0	Edificaciones, con marcos de acero, deformada y arrancada de sus bases.
3.4	Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.
4.0	Cemento roto de edificaciones industriales ligeras.
5.0	Postes de madera (ej. Telégrafo) arrancados.
5.7	Destrucción total de las viviendas.
7.0	Vagones de tren cargados, volteados.
7.0 - 8.0	Daños y fallas por flexión en paneles de ladrillo con espesor de 8" a 12".
10.0	Probable destrucción total de edificaciones. Desplazamiento y daños serios a máquinas y herramientas pesadas.
12.0	Valor umbral para daño pulmonar.
15.0 - 35.0	Rotura del tímpano en el 50% de la población.
25.0	Daño pulmonar severo.
283 - 300	Límite de abertura de cráteres.

Fuente: Manual de Ingeniería de Riesgos. Volumen I. PDVSA

## Vibraciones

Es el movimiento oscilatorio de un sistema el cual puede ser armónico o extremadamente complejo.

Los movimientos armónicos se originan en las partes móviles de las máquinas o equipos. Los tipos de vibraciones se dividen en: Libre, Forzada, Transitoria y Permanente. Las alteraciones provocadas por las vibraciones dependen de varios factores:

- Las propias características de las vibraciones, como su frecuencia, la amplitud de la onda oscilatoria o la dirección de propagación.

- Tipo de actividad por la que se origine y postura de transmisión.
- Parte del cuerpo a la que afecta, sea todo el cuerpo o sólo una parte de él.
- Tiempo de exposición a la vibración y variación de la intensidad de la misma a lo largo de ese tiempo.
- La propia naturaleza de la persona afectada: peso, edad, haber sufrido ciertas dolencias anteriormente, entre otros.

### **Efectos.**

Los problemas originados por las vibraciones son variados, entre ellos están:

- Tomando en cuenta su frecuencia (alta, media o baja), se tiene:
  - Las vibraciones de baja frecuencia afectan principalmente al oído y el sistema nervioso.
  - Las vibraciones de alta frecuencia tienen una mayor repercusión en el oído, ya que entran en la gama de vibraciones audibles, produciendo a su vez ruido y multiplicando los efectos negativos de las vibraciones en el organismo.
- Deterioro de los equipos.
- Producción del ruido por la maquinaria componentes y accesorios sometidos a vibraciones, y
- Lesiones en el organismo.

## ❖ Otros riesgos físicos

### Caídas

Los resbalones o caídas a cualquier nivel pueden ocurrir desde torres, tanques, andamios, escaleras, tuberías, gabarras, buques, remolcadores, plataformas de estructuras y de vehículos pesados, en pasillos y pisos, es decir, desde o en cualquier estructura. La prevención de caídas puede clasificarse bajo los siguientes renglones principales:

- Superficies seguras sobre las cuales caminar y trabajar.
- Medios seguros de acceso a lugares altos.
- Calzado seguro.
- Formas seguras de caminar.
- Orden, aseo y organización.

### Golpes y Aprisionamiento

Este tipo de riesgo es frecuente al usar incorrectamente esmeriles, herramientas, equipos de levantar carga, en operaciones de transporte de materiales, al pasar por áreas donde se realizan trabajos en lo alto o cerca de cargas suspendidas.

Para evitar que ocurra este tipo de accidentes se recomienda utilizar equipos de protección personal, según sea el caso, mantenerse alejados de cables, u otras cuerdas que estén sometidas a tensión, de cargas suspendidas, de lugares donde se ejecutan trabajos en lo alto, así como también conservar en forma ordenada herramientas y equipos.

## **Eléctricos**

Las lesiones o accidentes producidos por la exposición a cargas eléctricas pueden provenir de las instalaciones eléctricas, los rayos de tormentas eléctricas o de la electricidad estática. Las chispas provenientes de la electricidad constituyen una fuente de ignición capaz de generar incendios.

Cuando un equipo o conductor está energizado y se hace contacto con él o se acerca otro elemento energizado, se puede producir un pase de corriente por el cuerpo que dependiendo de su magnitud es capaz de causar quemaduras o la muerte.

Los trabajadores deben estar siempre alerta a la posibilidad de ponerse en contacto con los equipos eléctricos energizados, sólo el personal debidamente autorizado puede poner en funcionamiento los equipos eléctricos, operarlos o repararlos.

Los electricistas, ingenieros y demás personas que puedan tener contacto directo con la corriente eléctrica deben usar casco de protección personal de material no conductor, protectores oculares, guantes, mangas o botas dieléctricas.

## **Asfixia**

Puede ocurrir al permanecer en espacios donde no hay suficiente concentración de oxígeno en el aire de la atmósfera, tales como espacios confinados, por ejemplo: recipientes, tanques, torres, etc. Para evitar este riesgo se deben seguir las normas y precauciones para entrar en espacios confinados y apertura de recipientes.

## **Incendio y/o Explosión**

Los incendios son reacciones de oxidación, generalmente con aire como comburente, de materias combustibles. La posibilidad de que ocurra un incendio es mayor en aquellos lugares donde puede haber sustancias inflamables y/o combustibles como son las áreas restringidas o los espacios confinados (recipientes, tales como hornos, calderas, tambores de vapor, tanques de almacenamiento de crudos, torres y otros). Los efectos de estos accidentes son:

- Calor (generalmente radiante) que produce daños de por sí y porque puede propagar la cadena accidental.
- Humos sofocantes y/o tóxicos.
- Onda explosiva de sobrepresión cuando se dan ciertas condiciones de aceleración de velocidad de reacción y/o contención.
- Es importante el conocimiento de aquellos elementos o factores que pueden constituir fuentes de ignición como son: chispas producidas por la electricidad, cigarrillos encendidos, recalentamiento de equipos y radiaciones emitidas por superficies calientes, llamas abiertas, trabajos en caliente.
- En las instalaciones químicas y petroleras los incendios pueden ocurrir de varias maneras que dependen de la naturaleza (propiedades físicas y químicas) y de la disposición del combustible. Este tipo de riesgo representa uno de los mayores peligros para la industria petrolera. La posibilidad de que ocurra un incendio es mayor en aquellos lugares donde puede haber sustancias inflamables, combustibles, como son las áreas restringidas o los espacios confinados (recipientes, tales como hornos,

calderas, tambores de vapor, tanques de almacenamiento de crudos, torres y otros).

- Las explosiones son fenómenos caracterizados por el desarrollo de una presión (dentro de sistemas cerrados) o de una onda de sobrepresión en espacios abiertos) que dan lugar a daños mecánicos. Según su origen y naturaleza las explosiones pueden estar en el inicio de una fuga (con consecuencias tóxicas y/o incendiarias) o deberse a la evolución de una combustión autoacelerada hacia la detonación (propagación supersónica). Es importante el conocimiento de aquellos elementos o factores que pueden constituir fuentes de ignición como son: Chispas producidas por la electricidad, cigarrillos encendidos, recalentamiento de equipos y radiaciones emitidas por superficies calientes, llamas abiertas, trabajos en caliente.

#### **3.2.4.2. Riesgo químico**

También conocidos como factores de riesgos químicos, son todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que, durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden incorporarse al ambiente en forma de polvo, humo (sustancias particuladas) y gas y/o vapor, que son capaces de afectar por sus propiedades (tóxicas, corrosivas, irritantes o asfixiantes) o por sus cantidades (concentraciones, dosis) la salud o la vida de las personas expuestas a ellas.

- **Tipos de Contaminantes Químicos**

Se clasifican de acuerdo a su presentación (estado de agregación) así como también por los efectos que pudieran ocasionar.

**Según su presentación.**

- **Aerosoles.** Dispersión en un medio gaseoso de partículas líquidas o sólidas inferiores a 100 micras (1 micra es la millonésima parte de un metro). Pueden ser:
  - ❖ **Partículas líquidas.** Nieblas (mist): entre 0.1 y 25 micras; brumas (fog): entre 2 y 60 micras.
  - ❖ **Partículas sólidas.** Polvo (dust): entre 0.1 y 25 micras; humo (smoke): partículas menores de 0.1 micras; humo metálico (fume): partículas metálicas procedentes de una volatilización del metal y su posterior condensación.
  - ❖ **Gases.** Sustancias que a 25°C y una atmósfera de presión están compuestas por partículas de tamaño molecular con las características de ocupar el espacio que los contiene. Pueden cambiar de estado físico únicamente por una combinación de presión y temperatura.
  - ❖ **Vapores.** Fase gaseosa de una sustancia normalmente sólida o líquida a 25 °C y una atmósfera de presión. Como en los gases, sus partículas son de tamaño nuclear.

Los gases y vapores más extendidos en la industria son monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, cloro y óxido de cloro, amoníaco, cianuros, vapores de plomo y de mercurio.

### **Según sus efectos.**

- **Tóxicos sistémicos.** Se distribuyen por todo el organismo y alteran órganos o sistemas específicos. Ejemplos: plomo, hidrocarburos halogenados, insecticidas.
- **Irritantes y corrosivos.** Al entrar en contacto con la piel o mucosas del sistema respiratorio, provocan una destrucción o inflamación del área afectada. Ejemplos: ácidos, álcalis, amoníaco, halógenos, aminas, ozono, fósforo, entre otros.
- **Neumoconiótico.** Sustancias químicas que al depositarse y acumularse en los pulmones provocan neumopatías (enfermedades genéricas del pulmón) y degeneración fibrótica del tejido pulmonar. Ejemplos: amianto (causante de la asbestosis); óxidos de hierro (causante de la siderosis) y sílice (provoca silicosis).
- **Narcóticos y anestésicos.** Sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central. Su efecto es proporcional a la cantidad que llega al cerebro. Ejemplos: disolventes industriales, cetonas, alcoholes alifáticos, entre otros.

- **Alérgicos o sensibilizantes.** Sustancias que afectan a individuos previamente sensibilizados y no a toda la población. Producen reacciones en la piel y en el aparato respiratorio. Ejemplos: resinas Epoxi y alquílicas, formaldehído, dicromatos, entre otros.
  
- **Mutágenos.** Alteran la información genética de las células y pueden afectar a la descendencia del trabajador. Pueden ser:
  - **Teratógenos:** afectan al feto en desarrollo.
  - **Cancerígenos.** Generan cáncer o crecimiento desordenado de las células. Ejemplos de polvos cancerígenos son los de asbesto, ácido crómico, arsénico, níquel, cadmio, berilio, entre otros.
  
  - **Asfixiantes.** Impiden la llegada de oxígeno a los tejidos del cuerpo. Se clasifican en:
    - ❖ **Simple.** Desplazan el oxígeno del aire, reduciendo su concentración, con lo que impiden la respiración. Ejemplo: nitrógeno, hidrógeno, gases nobles y dióxido de carbono.
  
    - ❖ **Químicos.** Bloquean los mecanismos de transporte y fijación de oxígeno en las células. Ejemplo: monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, nitritos y nitratos, entre otros.
  
    - ❖ **Productos de dermatosis.** En contacto con la piel, provocan irritaciones, alergias, entre otros. Ejemplos: ciertos alcoholes, ácidos orgánicos, grasas, etc.

- **Efectos combinados.** Algunos contaminantes pueden desencadenar uno o varios de los efectos reseñados. Por otro lado, pueden producirse efectos por la acción simultánea de varios contaminantes. Se consideran tres posibles situaciones:
  - Efecto simple: Contaminantes que actúan sobre órganos diferentes sin relación.
  - Efecto aditivo: Originado por presencia de varios contaminantes que actúan sobre el mismo órgano o sistema fisiológico.
  - Efecto potenciador: Se da cuando uno o varios contaminantes refuerzan o multiplican el efecto de otros.

Cuando el efecto de una sustancia tóxica se ve reducido por la acción de una segunda sustancia, se dice que ambas presentan antagonismo.

### **Efectos de los contaminantes químicos sobre el organismo**

En la Tabla 7 se describen los efectos de los contaminantes químicos sobre el organismo.

**TABLA 7. Efectos de las Sustancias Químicas**

Efectos	Descripción
Irritantes	Sustancias químicas que producen una inflamación, debido a una acción química o física por contacto con la piel y mucosas del sistema respiratorio.
Neumoconióticos	Compuestos químicos que se depositan en los pulmones y se acumulan produciendo una enfermedad pulmonar y degeneración fibrótica del tejido pulmonar.
Asfixiantes	Elementos químicos capaces de desplazar el oxígeno del aire o de impedir la llegada de oxígeno a los tejidos. Estos pueden ser: simples (dióxido de carbono, nitrógeno, gases nobles, etc.) y compuestos (monóxido de carbono, nitratos, nitritos, sulfuro de hidrógeno, etc.)
Tóxicos Sistémicos	Sustancias químicas que, independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos. Por ejemplo: plomo, hidrocarburos, halogenados, metanol, insecticidas, etc.
Anestésicos y Narcóticos	Compuestos químicos que actúan como depresores del sistema nervioso central, por ejemplo: hidrocarburos, aromáticos, disolventes industriales, etc.
Cancerígenos	Aquellas sustancias químicas que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células.
Alérgicos	Químicos cuya acción se caracteriza por dos circunstancias: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> No afecta a la totalidad de los individuos, ya que se requiere de una predisposición fisiológica.</li> <li><input type="checkbox"/> Solo se presenta en individuos previamente sensibilizados ante resinas, manómetros, cromo, otros.</li> </ul>

Fuente: ARL POSITIVA

De acuerdo con la exposición a agentes tóxicos suelen clasificarse como agudo o crónico.

**Exposición Aguda:** Se define como la exposición a concentraciones altas de un material tóxico durante un lapso corto. La exposición sobreviene con rapidez y puede provocar un daño inmediato al cuerpo.

**Exposición Crónica:** Se presenta cuando existe una absorción continua de pequeñas cantidades de contaminante durante un lapso prolongado. Cada dosis, tomada de manera independiente, tendría un efecto tóxico pequeño, pero la cantidad acumulada durante varios años puede producir daños graves.

## Identificación

Para reconocer los peligros químicos, los trabajadores deben tener conocimientos sobre los productos químicos empleados como la materia prima y la naturaleza de los productos intermediarios y finales. La información necesaria puede obtenerse de los rótulos de los tambores o envases, así como de la planilla de datos de seguridad de los materiales (MSDS). A continuación se describen algunas de las sustancias químicas o agentes que pueden producir una exposición peligrosa (ver tabla 8).

**TABLA 8. Descripción de las sustancias químicas más comunes**

Sustancias Químicas	Descripción
Materiales Peligrosos	Aquellas sustancias químicas que en circunstancias especiales causan lesiones a personas o daños a la propiedad, debido a su reactividad, inestabilidad, descomposición espontánea, inflamabilidad o volatilidad. Se incluyen las sustancias, mezclas o componentes explosivos, corrosivos, inflamables o tóxicos.
Materiales Oxidantes	Todos aquellos compuestos que, en ciertas condiciones, se descomponen rápidamente liberando oxígeno. Pueden provocar un incendio en contacto con materiales, combustibles y reaccionar violentamente con el agua o en presencia del fuego.
Gases Peligrosos	Aquellos que pueden producir efectos letales o lesiones y daños a la propiedad, por su acción tóxica, corrosiva, inflamable o explosiva debido a sus características físicas y químicas.
Solventes	Hidrocarburos que a temperatura ambiente emiten gases que penetran en el cuerpo principalmente por inhalación, pueden ser, también absorbidos por la piel al estar en contacto con ella. Incluyen los hidrocarburos, alifáticos y aromáticos, alcoholes, cetonas, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono.

Fuente: ARL POSITIVA

## ❖ **Incendio**

Uno de los peligros químicos los constituyen los materiales combustibles e inflamables cuya consecuencia y efectos son los incendios, causa de cuantiosos daños y pérdidas en la industria. Los incendios se producen cuando existe la presencia de un material combustible, un oxidante (ej Oxígeno), y una fuente de ignición.

### **3.2.4.3 Riesgos biológicos.**

Estos riesgos se refieren a los agentes infecciosos que pueden representar un riesgo potencial para la salud y bienestar del hombre o los animales, causando enfermedades directamente o indirectamente por perturbación del ambiente. Los riesgos biológicos incluyen insectos, hongos, mohos y contaminación bacteriana que en los sanitarios o mediante el consumo de agua potable, eliminación de residuos industriales o aguas servidas, manejo de alimentos e higiene personal. Estos riesgos pueden ser exclusivos para un grupo ocupacional particular o pueden constituir una amenaza para el público en general.

### **Efectos de los Riesgos Biológicos**

Los riesgos biológicos pueden transmitirse por inhalación, inyección, ingestión o contacto físico. La combinación del número de organismos en el ambiente, la virulencia de los mismos y la resistencia del individuo determinarán si una persona contraerá o no alguna enfermedad. Los efectos de los agentes biológicos pueden ser modificados por la presencia de agentes químicos y/o físicos en el ambiente que producen estrés. Entre los efectos de los agentes biológicos se pueden mencionar los siguientes:

- Organismos vivos. Pueden citarse los siguientes:
  - **Bacterias.** Son organismos de tamaño inferior a cinco milésimas de milímetro. Pertenecen a este grupo las causantes de tétanos, tuberculosis, fiebre de malta, carbunco, entre otros.
  - **Protozoos.** Miden millonésimas de milímetro. Son los agentes patógenos no celulares más pequeños que se conocen. Se citarán los causantes del sida, herpes, hepatitis vírica y rabia.
  - **Hongos.** Formas de vida de tamaño variable, de formas unicelulares hasta filamentosas. Atacan a través de la piel o de distintos órganos. Son ejemplos de hongos: las candidas, productores de moniliasis, vaginitis y queilosis; el criptococo, productor de dermatosis de los trópicos; y el histoplasma, que afecta al aparato respiratorio.
  - **Gusanos parásitos.** Organismos animales de tamaño variable (hasta varios milímetros) que penetran en el hombre por vía dérmica, respiratoria o digestiva, fijándose en pulmones o intestinos. Ejemplos son las larvas del anquilostoma y los ácaros.
  - **Derivados animales o vegetales.** Pueden producir diferentes trastornos alérgicos o irritativos, afectando principalmente la piel y las vías respiratorias (bronquios). Dentro de los derivados animales se encuentran los excrementos, restos cutáneos como pelos y plumas, sustancias antigénicas como enzimas y proteínas, derivados dérmicos y larvas de invertebrados. En los derivados vegetales se encuentran el polen, polvo de madera, esporas fúngicas, entre otros.

Los medios en que se encuentran los agentes biológicos en el ambiente laboral son los siguientes:

- Agua
- Aire
- Suelo
- Animales
- Materias Primas

Los agentes biológicos pueden ingresar al organismo por inhalación, contacto físico o inyección.

#### **3.2.4.4 Riesgos por condiciones no ergonómicas.**

Es la probabilidad de que ciertos factores de trabajo tengan repercusiones sobre el confort físico, mental y social de la persona y que, por tanto, influyan en la calidad y cantidad de su trabajo. La inadecuada adaptación de los sistemas o medios de trabajo al trabajador (sistema hombre-máquina), o viceversa, pueden originar disminución en el rendimiento laboral y causar fatiga muscular, dolores, calambres, entre otros.

Existen criterios de diseño y adaptación hombre-máquina que deben considerarse para lograr un óptimo ajuste entre el hombre y su trabajo, entre los cuales se nombran los siguientes:

### **Criterios Geométricos.**

- En el desarrollo de la tarea, usar los miembros que provocan menos gasto energético, por ejemplo: emplear dedos mejor que la mano entera.
- Los movimientos horizontales son más confortables que los movimientos verticales, y los circulares mejor que los movimientos en zig-zag o los rectilíneos con cambios bruscos de dirección.
- Preferiblemente trabajar sentado, evitando mantener piernas y brazos extendidos así como movimientos de un solo brazo (porque aumenta el esfuerzo físico estático de los músculos del tronco).
- Los controles de las máquinas deben estar dentro del campo de dominio de las extremidades, para evitar esfuerzos estáticos en la espalda y hombros.

### **Criterios de Visibilidad.**

- Los controles, las operaciones y las trayectorias de las máquinas deben quedar incluidos en el campo de visibilidad del operario, con excepción de los controles de las extremidades inferiores.
- La distancia entre el ojo y el plano de trabajo debe definirse en función de las exigencias visuales de la tarea a desempeñar (a mayor exigencia menor distancia).

### **Criterios Ambientales:**

- Iluminación adecuada.
- Ventilación apropiada.
- Temperatura apropiada en el sitio de trabajo.
- Niveles de ruido aceptables.
- Cromatismo cónsono con el trabajo.
- Esparcimiento y comodidad.

**Capacidad para el trabajo físico.** Los límites superiores para la realización del trabajo físico útil están determinados en última instancia por la capacidad de los sistemas respiratorios y cardiovasculares para hacer llegar el oxígeno cuando los trabajadores son llevados más allá del límite.

#### **3.2.4.5 Riesgos psicosociales**

La Psicosociología recoge los aspectos de la Psicología y la Sociología, considerando el trabajo como un elemento integrador psíquico y social que, bien organizado, proporciona puntos de referencia positivos como la pertenencia a un grupo, la organización de la actividad personal, las satisfacciones económicas y sociales, entre otros.

Por el trabajo se produce una interacción entre factores psicosociales (tipos de tareas, condiciones de trabajo, ordenación del mismo) y características individuales (cultura y valores, diferencias individuales de todo tipo, condiciones de

vida) que repercuten directamente en la satisfacción laboral de la persona y, por tanto, en su rendimiento.

- **Factores Psicosociales**

La Organización Mundial de la Salud, analiza los factores psicosociales en el trabajo que pueden alterar la salud, clasificándolos en tres grupos:

- **Relacionados con el tipo de tarea**

- Nivel de empleo de las aptitudes personales.
- Valoración de la persona por el nivel de responsabilidad en sus decisiones.
- Aislamiento del trabajador en el entorno laboral.
- Repetitividad y monotonía de las tareas desempeñadas.

- **Relacionados con las condiciones de trabajo**

- Factores físicos y químicos del medio ambiente laboral.
- Estabilidad en el puesto de trabajo.
- Condiciones de confort medioambiental.
- Insuficiencia o exceso en la carga de trabajo.
- La seguridad física en el trabajo.
- El tamaño de la empresa en lo que se refiere a la posibilidad de despersonalizar al trabajador.

- **Relacionados con la organización**

- Organización de los turnos de trabajo.
- Estilo de liderazgo.

- Nivel de comunicación interpersonal y participación en decisiones de grupo.
- Cohesión de grupo.
- Sistemas de retribución y vacaciones.

No todos los trabajadores son estimulables del mismo modo, y la disfunción en el sistema interrelacional de los factores mencionados puede provocar el estrés laboral.

Las situaciones de estrés se clasifican por los siguientes indicadores:

- Reacciones del Comportamiento
- Reacciones Emocionales
- Apatía y cansancio.
- Irritabilidad y agresividad.
- Angustia y tensión.
- Frustración laboral.

### **Alteraciones Psicosomáticas**

- Disfunciones cardiovasculares y digestivas.
- Cefaleas y molestias en la vista.
- Dolores óseo-musculares.

### **Alteraciones Cognitivas**

- Reducción del nivel de atención y concentración.
- Disminución de capacidad creativa.
- Trastornos de memoria.
- Disminución en toma de decisiones

#### 4. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Se sugiere como método de investigación: investigación práctica o empírica y de campo y durante la información de campo el proyecto debería apoyarse en información proveniente de entrevistas, cuestionarios y observaciones directas de la realidad.

La recolección y tratamiento de la información se debería determinar con las fuentes de información a las que se puedan tener acceso en la investigación. Se deberían utilizar fuentes primarias obtenidas directamente de la realidad y recolectadas estando en contacto con los hechos a investigar. En este punto es cuando se hace referencia a las entrevistas con operarios y personal involucrado en el proceso tanto directa como indirectamente, así como la información recolectada de la observación directa del proceso. Se debería efectuar una observación científica teniendo en cuenta que lo que se quiere observar se basa en un objetivo claro y preciso, lo que implica preparar cuidadosamente la observación. Para esta observación, se debería seguir una secuencia así:

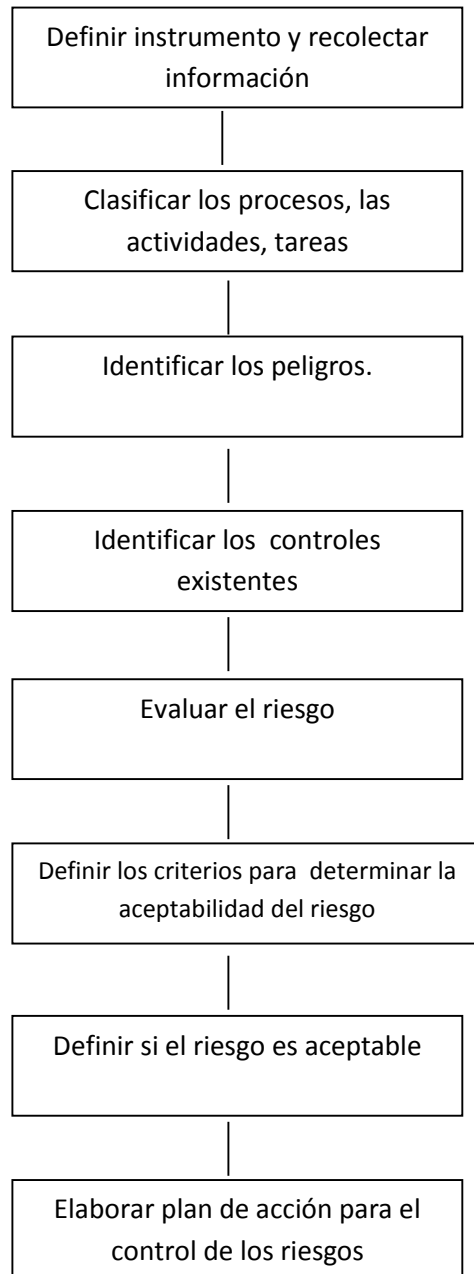
- Determinación de la situación a observar: Peligros y riesgos asociados a la operación de una planta de gas.
- Determinación de los objetivos de la observación: Identificar los peligros y riesgos asociados a la operación de planta de gas.

- Establecer la forma de registrar los datos observados: Empleo de formatos pre-establecidos en donde fácilmente se pueda registrar la operación, actividad, peligros, riesgos y comentarios que servirán para la evaluación y calificación del riesgo utilizando el método escogido.
- Observación crítica: Observar de manera objetiva teniendo criterio para identificar los peligros y los riesgos asociados. Identificar los peligros asociados a la operación de plantas de gas, a través de lectura bibliográfica, entrevistas con personal directamente involucrado en la operación explicándoles de manera sencilla las definiciones de peligros y riesgos y cómo éstas definiciones proyectarlas en tareas diarias, visitas realizadas con anterioridad y conocimiento adquirido durante la especialización.
- Identificación de los riesgos asociados a cada peligro identificado; en conjunto con el personal entrevistado y siguiendo la bibliografía, calificar el riesgo teniendo como base la Guía Técnica Colombiana GTC 45.
- Registro de datos: Tomando los datos del formato pre-establecido, registrar en medio digital. Definir la plantilla o formato para analizar los datos registrados y teniendo el formato digital con base en la metodología

escogida, se analizar los datos, evaluar los riesgos y definir medidas de control.

- Elaborar la matriz de riesgos.

**FIGURA 3. Actividades para identificar los peligros y valorar los riesgos. (GTC 45).**



Durante la recopilación de la información sobre los procesos, actividades y tareas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Descripción del proceso, actividad o tarea
- Interacción con otros procesos, actividades y tareas
- Partes interesadas (como visitantes, contratistas, vecinos, entre otros)
- Procedimientos, instructivos del trabajo relacionados
- Maquinaria, equipos y herramientas
- Plan de mantenimiento
- Manipulación de materiales
- Servicios utilizados (por ejemplo aire comprimido)
- Sustancias utilizadas o encontradas en el lugar de trabajo (humos, gases, vapores, líquidos, polvos, sólidos) su contenido y recomendaciones (hojas de seguridad)
- Requisitos legales y normas relevantes aplicables a la actividad
- Medidas de control establecidas.

#### 4.1 DEFINICIÓN DEL INSTRUMENTO PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

Siguiendo la GTC 45, diseñar una herramienta para consignar la información proveniente del proceso de identificación de los peligros y la valoración de los riesgos.

Dentro del formato adoptado se consignará la siguiente información:

- Proceso,
- Zona/lugar,
- Actividades,
- Tareas. Rutinaria si o no,
- Peligro. Descripción, clasificación,
- Efectos posibles,
- Controles existentes (fuente, medio, individuo),
- Evaluación del riesgo
  - Nivel de deficiencia,
  - Nivel de exposición,
  - Nivel de probabilidad ( $NP= ND \times NE$ ),
  - Nivel de consecuencia
  - Nivel de riesgo (NR) e intervención e
  - Interpretación del nivel del riesgo
- Valoración del riesgo

- Aceptabilidad del riesgo
  
- Criterio para establecer controles
  - Número de expuestos
  - Peor consecuencia y
  - Existencia de requisito legal específico asociado (si o no)
  
- Medidas de intervención
  - Eliminación,
  - Sustitución,
  - Controles de ingeniería,
  - Controles administrativos, señalización, advertencia y
  - Equipos / elementos de protección personal.

#### **4.1.1 Metodología de identificación de peligros.**

Efectuar las siguientes preguntas al personal operativo y administrativo:

- Existe una situación que pueda generar daño?
- Quién puede sufrir daño?
- Alguno de estos equipos puede sufrir daño?

- Cuándo puede presentarse el daño? En qué circunstancias?

Así mismo tener en cuenta:

- Actividades rutinarias y no rutinarias
- Actividades de todas las personas que tienen acceso al sitio de trabajo
- Comportamientos aptitudes y otros factores humanos
- Peligros identificados que se originan fuera del lugar de trabajo con capacidad de afectar adversamente la salud y la seguridad de las personas que están bajo el control de la organización en el lugar de trabajo
- Los peligros generados por la vecindad del lugar de trabajo por actividades relacionadas con el trabajo controladas por la organización
- Infraestructura, equipo y materiales en el lugar de trabajo
- Cambios realizados propuestos, actividades o materiales
- Obligación legal aplicable relacionada con la valoración del riesgo y la implementación de controles necesarios.
- Diseño de áreas de trabajo, procesos, instalaciones, maquinarias, equipos, procedimientos de operación y organización del trabajo

#### **4.1.2 Efectos posibles**

Se efectuaron las siguientes preguntas al personal operativo y administrativo:

- Cómo se podría afectar la integridad física del trabajador o el operario que está trabajando en esta operación o en este equipo?
- Qué daño físico podría causarle al trabajador en caso que algo inesperado ocurriera?

Al describir los peligros, se tuvieron en cuenta las consecuencias a corto plazo como los de seguridad (accidente de trabajo), y las de largo plazo como las enfermedades profesionales (ejemplo, pérdida de audición). De esta manera, se garantizó que los efectos descritos reflejaran las consecuencias de cada peligro identificado.

#### **4.1.3 Identificación de controles existentes**

Se identificaron los controles para los peligros existentes y se clasificaron en:

- ❖ Fuente
- ❖ Medio
- ❖ Individuo.

Para la determinación de los controles se contempló la reducción de los riesgos de acuerdo con la siguiente jerarquía:

- ❖ Eliminación
- ❖ Sustitución
- ❖ Controles de ingeniería
- ❖ Señalización / advertencias, o controles administrativos o ambos
- ❖ Equipo de protección personal.

#### **4.1.4 Valoración del riesgo**

La valoración del riesgo incluye:

- La evaluación de los riesgos teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes, y
- La definición de los criterios de aceptabilidad del riesgo
- La decisión de si son aceptables o no, con base en los criterios definidos.

#### **4.1.5 Evaluación de los riesgos**

Corresponde al proceso de determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para evaluar el nivel del riesgo (NR), se determinó lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

En donde:

*NP* = Nivel de probabilidad

*NC* = Nivel de consecuencia

A su vez, para determinar NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

En donde:

*ND* = Nivel de deficiencia

*NE* = Nivel de exposición

**TABLA 9. Determinación del nivel de deficiencia**

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro (s) que determina (n) como posible la generación de incidentes, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe.
Alto (A)	6	Se ha (n) detectado algún (os) peligro (s) que pueden dar lugar a incidentes significativa (s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a incidentes poco significativos o de menos importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor.	No se ha detectado peligro o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel del riesgo y de intervención cuatro (IV).

Fuente: GTC 45

Para determinar el NE se aplicaron los siguientes criterios:

**TABLA 10. Determinación del nivel de exposición.**

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: GTC 45

Para determinar el NP, se combinan los resultados de las tablas 10 y 11, en la tabla 12.

**TABLA 11. Determinación del nivel de probabilidad**

Nivel de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia	10	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Fuente: GTC 45

El resultado de la Tabla 11 se interpreta de acuerdo con el significado que aparece en la tabla 12.

**TABLA 12. Significado de los diferentes niveles de probabilidad**

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional esporádica.  La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición.  No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: GTC 45

Determinación del nivel de consecuencia: Tabla 13.

**TABLA 13. Determinación del nivel de consecuencia.**

Nivel de consecuencia	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (LTI)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Fuente: GTC 45

Los resultados de las tablas 12 y 13 se combinan en la tabla 14 para obtener el nivel del riesgo, el cual se interpreta de acuerdo con los criterios de la tabla 15.

**TABLA 14. Determinación del nivel del riesgo.**

Nivel de riesgo y de intervención NR = NP x NC		Nivel de probabilidad			
		40 - 24	20 - 10	8 - 6	4 - 2
Nivel de consecuencia (NC)	100	I 4000 – 2400	I 2000 – 1000	I 800 – 600	II 400 – 200
	60	I 2400 – 1440	I 1200 – 600	II 480 – 360	II 240 III 120
	25	I 1000 – 600	II 500 – 250	II 200 – 150	III 100 – 50
	10	II 400 - 240	II 200 III 100	III 80 – 60	III 40 IV 20

Fuente: GTC 45

**TABLA 15. Significado del nivel del riesgo**

Nivel del riesgo	Valor de NR	Significado
I	4000 – 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: GTC 45

#### **4.1.6 Definición de riesgo aceptable**

Una vez determinado el nivel del riesgo, se decide cuáles riesgos son aceptables y cuáles no. Con la matriz de riesgos (semi – cuantitativo), se establece cuáles categorías son aceptables y cuáles no. Para efectos del estudio se adoptó la sugerencia de la GTC 45:

**TABLA 16. Aceptabilidad del riesgo**

Nivel del riesgo	Significado. Explicación	
I	No aceptable	Situación crítica
II	No aceptable o Aceptable con control específico	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: GTC 45

### **Plan de acción para el control de los riesgos**

Los niveles de riesgo, como lo muestra la Tabla 16, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles y el plazo para la acción. Igualmente muestra el tipo de control y la urgencia que se debería proporcionar al control del riesgo.

#### **4.1.8 Criterio para establecer controles**

Se pueden tener tres (3) criterios:

- **Número de trabajadores expuestos.** Importante para identificar el alcance del control que se va a implementar.

- **Peor consecuencia.** Se ha tenido en cuenta que el control a implementar evita la peor consecuencia al estar expuesto al riesgo.
- **Existencia de requisito legal asociado.** Se considerará su aplicación ya que es un buen parámetro de priorización en la implementación de las medidas de intervención.

## **4.2 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA EMPRESA.**

Una vez definidas las bases teóricas en análisis de riesgos, a continuación se proporciona una guía de los pasos a seguir para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en la empresa.

### **4.2.1 Paso 1. Definición del tipo de investigación.**

El método de investigación más apropiado para la industria es la investigación aplicada (práctica o empírica) y de campo, ya que se apoya en información proveniente de entrevistas, cuestionarios y observaciones directas de la realidad. Así mismo, este estudio se apoya en investigación básica o teórica de donde se obtuvo información ya existente para desarrollar el producto final.

#### **4.2.2 Paso 2. Desarrollar el diseño de campo.**

Recolectar los datos directamente de las personas que trabajan directamente con el proceso y que están expuestos a los riesgos de la operación de una planta de gas. Esto se realiza a través de encuestas y de la observación directa de las actividades ejecutadas por los trabajadores de la planta para determinar los peligros y riesgos asociados a cada actividad.

En las plantas de gas, generalmente existen dos grupos de trabajadores, los cuales se turnan en dos distintas jornadas laborales (2 turnos de 12 horas). Para elaborar la matriz de riesgos se debe definir la muestra o población a estudiar que debe ser el 100%, debido a que todos están expuestos al mismo riesgo ya que se efectúan las mismas actividades independientemente que se ejecuten en horarios o turnos diferentes. Además, a la hora de identificar los peligros y elaborar la matriz, se debe contar con la participación de todo el personal del área a analizar con el fin de evitar pasar por alto algún peligro o riesgo.

#### **4.2.3 Paso 3. Técnica de recolección de datos.**

Es el procedimiento o forma de recopilar la información necesaria para desarrollar la herramienta y producto final. Se pueden emplear las siguientes técnicas:

#### **4.2.3.1 Observación directa.**

Esta técnica debe emplearse para tener una visión más clara y precisa de la situación actual de seguridad dentro de la planta y de cómo esta influye en la ejecución de las tareas.

#### **4.2.3.2 Encuesta.**

Para recopilar la información necesaria directamente de los trabajadores se acude a ésta técnica adicional a la observación directa, ya que con ella se pretende obtener información que suministran los mismos trabajadores sobre el tema que se está estudiando. Se puede decidir si se aplica verbal o escrita. La encuesta escrita se realiza a través de un cuestionario administrado el cual, como su nombre lo indica, es diligenciado por la persona encuestada. El objetivo de la encuesta es que los mismos trabajadores identifiquen los peligros y riesgos en sus áreas y sitios de trabajo. En el Anexo E se tiene un modelo de encuesta que podría ser aplicado o que serviría como modelo para definir una encuesta.

El resultado de la encuesta, así como la observación directa, se toman como base para diligenciar la matriz de identificación de peligros y riesgos.

#### **4.2.4 Paso 4. Instrumento de recolección de datos.**

La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho aporte se le denomina instrumento. Los instrumentos a ser utilizados para este

estudio pueden ser el cuestionario y la lista de control o verificación, así como la toma de fotografías, papelería y artículos de oficina (entre ellos la libreta para tomar nota de lo observado).

El cuestionario es una modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato con una serie de preguntas y se le denomina cuestionario autoadministrado porque debe ser llenado por el encuestado, sin intervención del encuestador. El cuestionario es el que se utiliza para la recolección de datos directamente de los trabajadores y puede distribuirse a través de correo electrónico con el fin que todo el grupo tenga acceso a él y puedan deliberar sus respuestas. Se sugiere emplear cuestionario mixto, definido como aquel que combina preguntas abiertas (no ofrece opciones de respuestas, sino que da libertad de responder al encuestado) y cerradas (ofrecen solo dos opciones de respuesta para que se escoja solo una).

#### **4.2.5 Paso 5. Definición de recursos.**

- Recursos humanos. Se requiere la disponibilidad de recursos humanos para la observación directa, aplicación de encuesta, diseño, envío y seguimiento de cuestionarios por correo electrónico. Para ello se requeriría una profesional conocedor del proceso de operación de tratamiento y procesamiento de planta de gas, con conocimientos y experiencia específica en seguridad industrial y salud ocupacional y técnicos en seguridad industrial y salud ocupacional.
- Recursos materiales. Reglamentación y normatividad en seguridad industrial, salud ocupacional y tratamiento del gas natural; papelería y artículos de oficina, equipos de cómputo, elementos de protección personal.

#### **4.2.6 Paso 6.**

Identificar los peligros y riesgos asociados a las actividades realizadas en los distintos procesos de tratamiento y procesamiento del gas.

- Revisión de la documentación relacionada con la seguridad industrial, salud ocupacional e higiene industrial, tanto en la normatividad legal vigente, como con la documentación y prácticas operativas con las que cuente la empresa.
- Diagnosticar a través de visitas la situación actual de las instalaciones operativas de la planta.
- Creación y aplicación de encuestas a los grupos de trabajadores sobre los peligros presentes en la realización de las actividades diarias.
- Comparación y evaluación de los resultados obtenidos en el diagnóstico y la encuesta.
- Identificación de los peligros y riesgos a los que se exponen los trabajadores de una planta de gas.

En el numeral 3.2 se presenta la guía que puede ser empleada para para desarrollar esta etapa.

#### **4.2.7. Paso 7.**

Determinar la severidad de daños que puede sufrir el personal como consecuencia de la exposición a los riesgos asociados a la actividad laboral.

- Valoración de los riesgos identificados

En el numeral 4.1 se presenta la guía que puede ser empleada para para desarrollar esta etapa

#### **4.2.8 Paso 8.**

Establecer las medidas de prevención o control que se requieren para minimizar los riesgos a los que están expuestos.

- Elaborar la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de la operación de una planta de gas.

La matriz de identificación de peligros y riesgos tiene como objetivo describir y diagnosticar la situación de área estudiada, evaluando y valorando los riesgos presentes en la ejecución de las actividades realizadas. En el Anexo F se encuentra la Matriz de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de controles de la operación de una planta de tratamiento y procesamiento de gas natural

#### **4.2.9 Paso 9.**

Elaboración de los mapas de identificación de riesgos de las áreas de la planta. Con la identificación y estimación de los riesgos asociados a las actividades de

una planta de tratamiento de gas, se elaboraron los mapas de riesgos, representando gráficamente aquellos agentes generadores de condiciones inseguras a través de su simbología. Estos mapas serán de gran utilidad para informar, tanto a los trabajadores como a los visitantes, sobre los grados de peligrosidad que existen en dichas áreas y permitirá reducir en cierta forma la ocurrencia de incidentes y accidentes laborales, cumpliendo así con lo establecido en materia de seguridad laboral.

Dell Anexo G al Anexo K, se encuentran los Mapas de Riesgos modelo tomando como base el análisis obtenido en el Anexo F.

#### **4.2.10. Paso 10. Procesamiento de la información.**

El proceso de la información se lleva a cabo de forma mecánica y manual. De forma mecánica a través de hojas de cálculo utilizadas para introducir y analizar datos y para el diligenciamiento de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos. De forma manual, para la organización y estructuración de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos a partir de los datos recolectados en la investigación.

#### **4.2.11. Paso 11 Análisis de la información.**

El tipo de análisis que se emplea es de tipo descriptivo – evaluativo, ya que una vez obtenidos los datos de la encuesta, se deben detallar los peligros y riesgos de las diferentes áreas y se analiza la información para describir los controles a implementar. Adicionalmente, el estudio es evaluativo ya que se valoran los riesgos identificados analizando las condiciones de ocurrencia y las consecuencias que podrían generar, con el fin de darle valor a los mismos y recomendar controles. En el Anexo F se encuentra la Matriz de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de controles de la operación de una

planta de tratamiento y procesamiento de gas natural. Esta matriz es un documento que sirve como guía para identificar peligros y valorar riesgos de este tipo de empresas y que puede ser perfeccionada una vez sea aterrizada y aplicada a una Planta específica.

## **5. APLICACIÓN EN LA EMPRESA.**

Con esta guía se ha desarrollado un modelo de análisis y evaluación de riesgos en la operación de una planta de gas, como herramienta de gestión que se utiliza como elemento rutinario para el análisis de riesgo y seguridad industrial a partir de la cual pueden estudiarse otras áreas y determinar posibles peligros y riesgos y emprender acciones preventivas adecuadas. Adicionalmente es una herramienta que es aplicable para la toma de decisiones de las inversiones en seguridad para mejorar las condiciones de trabajo de la empresa.

La Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos expuesta en este estudio, permite establecer los controles, los cuales deben guardar relación con el Reglamento de Seguridad Interno de la empresa, lo que exige que el trabajador registre dicha medida para lograr su posterior eliminación. De igual manera, permite la implementación de medidas para reducir los riesgos a través de una planificación de actividades orientadas a aquellos riesgos críticos, dentro del principio de reducción continua de riesgos.

Dentro de la gestión empresarial de una organización en donde está implícito el presupuesto anual, se contempla un rubro especial para la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Para definir este rubro, una fuente de información de entrada es el análisis de los riesgos identificados en la organización y para este caso en particular, en la operación de una planta de gas. Esto debido a que del resultado de este análisis dependerá la inversión a que haya lugar para implementar

controles que lleven a la minimización y/o mitigación de los riesgos que, en ausencia de su control, pueden llegar a afectar tanto la salud e integridad de las personas, partiendo de la jerarquización de los controles desde la eliminación del riesgo hasta el uso de Elementos de protección personal en sus trabajadores, no sin antes haber agotado controles como la sustitución, controles de ingeniería y controles administrativos.

Para una eficiente toma de decisiones en inversión en seguridad mediante la implementación de controles en la administración de riesgos que eviten que el riesgo se materialice y termine en un accidentes, se requiere aplicar metodologías que justifiquen la inversión en prevención de riesgos, entre ellas, la evaluación presentada en este estudio, la cual es una guía de gran utilidad en la gerencia de riesgos para una estimación económica preliminar, usando escalas para la probabilidad, exposición y consecuencias.

## 6. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las operaciones llevadas a cabo para el tratamiento y procesamiento del gas, se elaboró una guía sencilla y clara para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, basada en la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

Se identificaron peligros de incendio y explosión, choque eléctrico, ruido, gases, vapores y productos químicos, valorados como ALTO. Estos riesgos se identificaron en todos los procesos de tratamiento y procesamiento del gas, en donde se presentan tuberías de alta presión por donde continuamente circula el gas; ruido inherente al funcionamiento de los equipos y uso de productos químicos utilizados en el proceso de deshidratación y endulzamiento del gas.

Se determinaron las medidas de control para cada tipo de riesgo identificado, teniendo en cuenta la jerarquización de los controles, acorde con la OHSAS 18001:2007.

El estudio y la herramienta resultado del presente estudio (Matriz de Identificación de Peligros, Valoración de los Riesgos y Determinación de Controles), aplica como guía para efectuar el mismo análisis en otros procesos relacionados con la industria del gas: exploración, explotación, transporte y distribución del gas natural.

En el proceso de tratamiento de gas, el riesgo más alto es de Incendio y explosión en las líneas de alta presión y los equipos, debido a que se presenta flujo constante de gas a condiciones de presión y temperatura altas. Adicionalmente se presenta riesgo químico clasificado como alto, ya que durante los procesos de deshidratación y endulzamiento se emplean productos y solventes químicos que además de afectar la salud de los trabajadores, si no se tienen los controles necesarios, pueden generar explosiones al entrar en contacto con agentes

incompatibles. Otro riesgo inminente es el ruido que se genera de la operación de los equipos para el tratamiento del gas.

En el área administrativa, el riesgo más alto es el ergonómico debido a que en el cuarto de control, el trabajador está la mayor parte de su tiempo en una misma posición y se generan posiciones incómodas. Así mismo, el ruido también es un riesgo alto debido a las alarmas y señales de alerta generadas por el sistema.

Aunque no siempre es posible proponerse una meta definida en materia de prevención de accidentes, es opinión generalizada que la mayor parte de ellos pueden evitarse y que sobre todo hay que perseverar hasta hacer de cada lugar de trabajo un lugar seguro. Las personas, sus tareas, sus equipos y el entorno componen un sistema dinámico.

La guía propuesta en este se aplicó a la operación de una planta de tratamiento y procesamiento del gas natural. Sin embargo podría aplicarse en otro (s) proceso (s) de la cadena productiva del gas natural o de otro sector.

La guía presentada en este estudio, cuenta con una flexibilidad tal, que su fácil adaptabilidad permite incluir nuevos riesgos producto de los cambios en el proceso, equipo y expansión de la planta, pudiendo ser mejorada convenientemente en relación con la ponderación de los riesgos.

La ventaja fundamental de las evaluaciones de riesgo radica en la investigación sistemática para identificar los riesgos y la búsqueda de medidas para controlarlos. El proceso puede tener varios niveles de detalle y la probabilidad y severidad de los posibles eventos se podrá categorizar o cuantificar.

El análisis de evaluación de riesgos sopesan los peligros intrínsecos y las medidas para su control. Si las medidas de control son inadecuadas, los riesgos tienden a ser demasiado altos; de lo contrario, si son demasiado específicas el riesgo puede ser bajo, pero las medidas pueden no responder al concepto costo beneficio, por lo que se impone lograr un equilibrio en los mismos.

## 7. RECOMENDACIONES

Para que el modelo pueda ser implantado eficientemente en una empresa, es necesario que se cuente con el apoyo de la alta dirección; así mismo, se debe efectuar un intensivo proceso de sensibilización en el personal de la empresa.

Para llevar a cabo una eficiente identificación de peligros y evaluación de riesgos, se parte del hecho y de la convicción de que los trabajadores, sea cual sea su función, son los mejores expertos de sus condiciones de trabajo.

En la etapa de análisis de riesgos es importante resaltar que el entrevistador - analista, debe obtener información verídica del puesto de trabajo, para lo cual es necesario mantener una postura de colaboración con la actividad que realiza el operario ya que ellos conocen las causas de los riesgos.

La Matriz de Identificación de Peligros y Riesgos debe ser un documento controlado por un Sistema de Control de Documentos eficiente, que permita que éste documento sea de fácil ubicación para los trabajadores, sea actualizado periódicamente y se mantenga la última versión disponible en cada sitio de trabajo.

Se recomienda elaborar un procedimiento que describa específicamente la metodología de adoptada por la empresa para la identificación de peligros, valoración de riesgos e implementación de controles, teniendo en cuenta no solo la normatividad legal vigente, sino también los documentos y estándares corporativos de cada organización.

El presente estudio es un documento general aplicable a operación de plantas de gas y es una guía que permite ser usada como base para crear la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de una planta de tratamiento y procesamiento de gas con condiciones específicas del gas a tratar (provenientes de la cromatografía específica) y no debe ser usada como única fuente de información para definir los peligros, pues dependiendo de las condiciones del gas del yacimiento, de las condiciones climáticas del sitio donde se ubica la planta y de los equipos y procesos específicos escogidos para el tratamiento, los riesgos peligros y riesgos cambian. Por esto, el documento debe ser aterrizado a las condiciones particulares según la necesidad.

## BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL, J.M. "Gas Conditioning and Processing", chaps. 20, John M. Campbell and Co. International Petroleum Institute Ltd., Norman, Okla., USA, 1968, 2nd Edition.

CEBALLOS HUERTAS, Guido Enrique. Salud Ocupacional.

CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento del gas natural, 2007

CORTÉS DÍAZ, José María. Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo.

ENFOQUE INTEGRAL DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE ALTO RIESGO. Depto. De Análisis de Seguridad (ARIES). Enero 2001.

GONZALEZ, ZULIMAR. Elaboración de mapas de riesgo y evaluación de riesgos industriales y ocupacionales en plantas de manejo e inyección de gas.}

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Guía para la elaboración de trabajos escritos, NTC 1486, NTC 5613, 2013.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. GTC 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. 2012.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. NTC OHSAS 18001. Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional, 2007.

RAO, Kulluru, STEVEN, Bartel. Manual de evaluación y administración de riesgos.

STORCH DE GRACIA, J.M. Manual de seguridad industrial en plantas químicas y petroleras

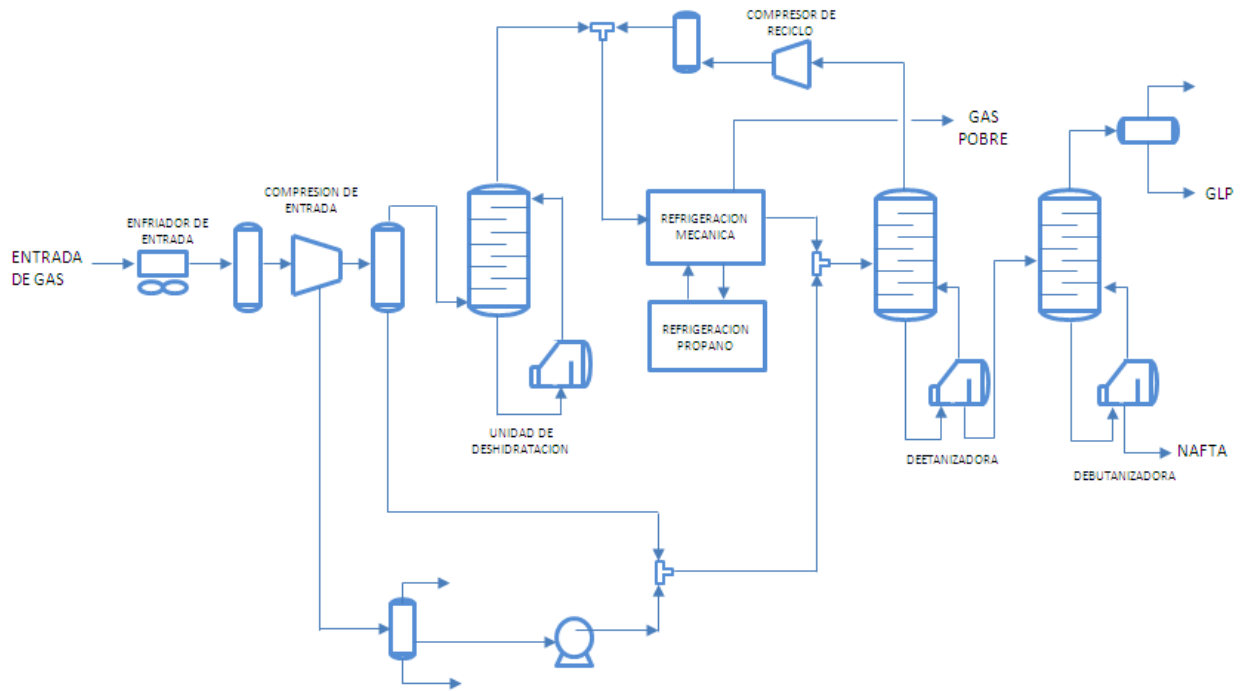
TURMERO ASTROS, Iván José. Elaboración de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL –Facultad Regional Rosario.

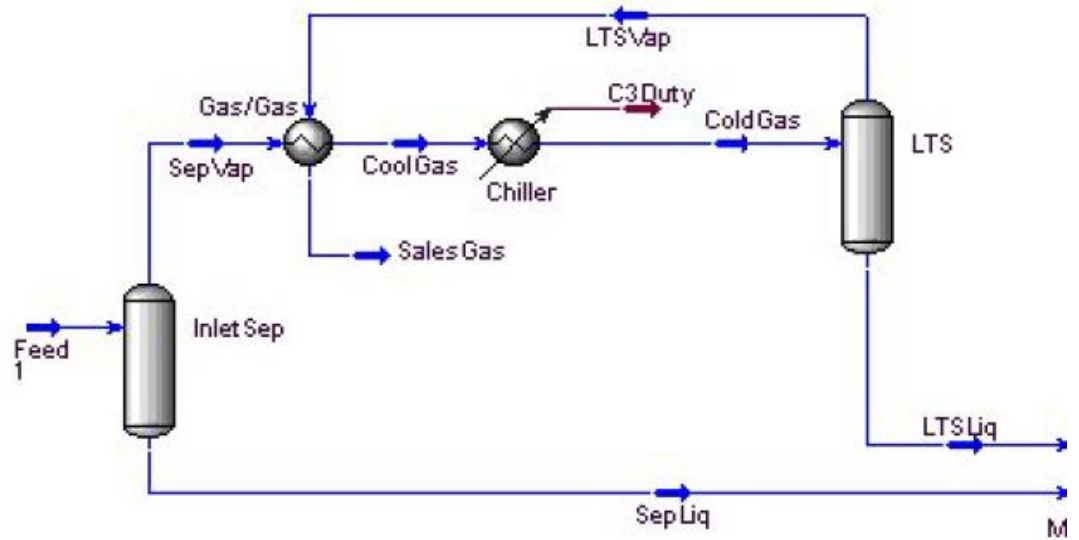
Departamento de ingeniería Química. Integración IV. Trabajo práctico No. 10. Uso de Hysys. Simulación de una planta de tratamiento de gas.

## **ANEXOS**

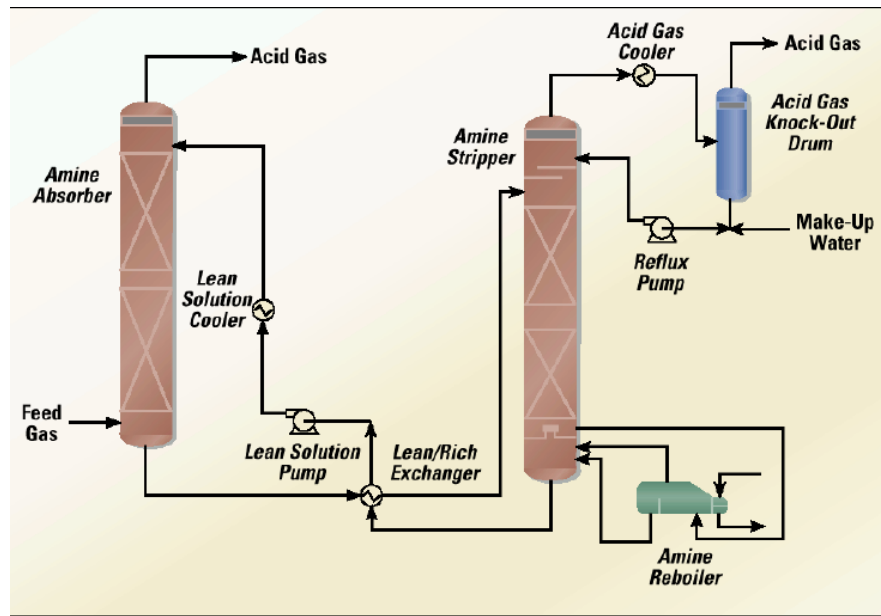
**ANEXO A. Esquema de una planta de gas.**



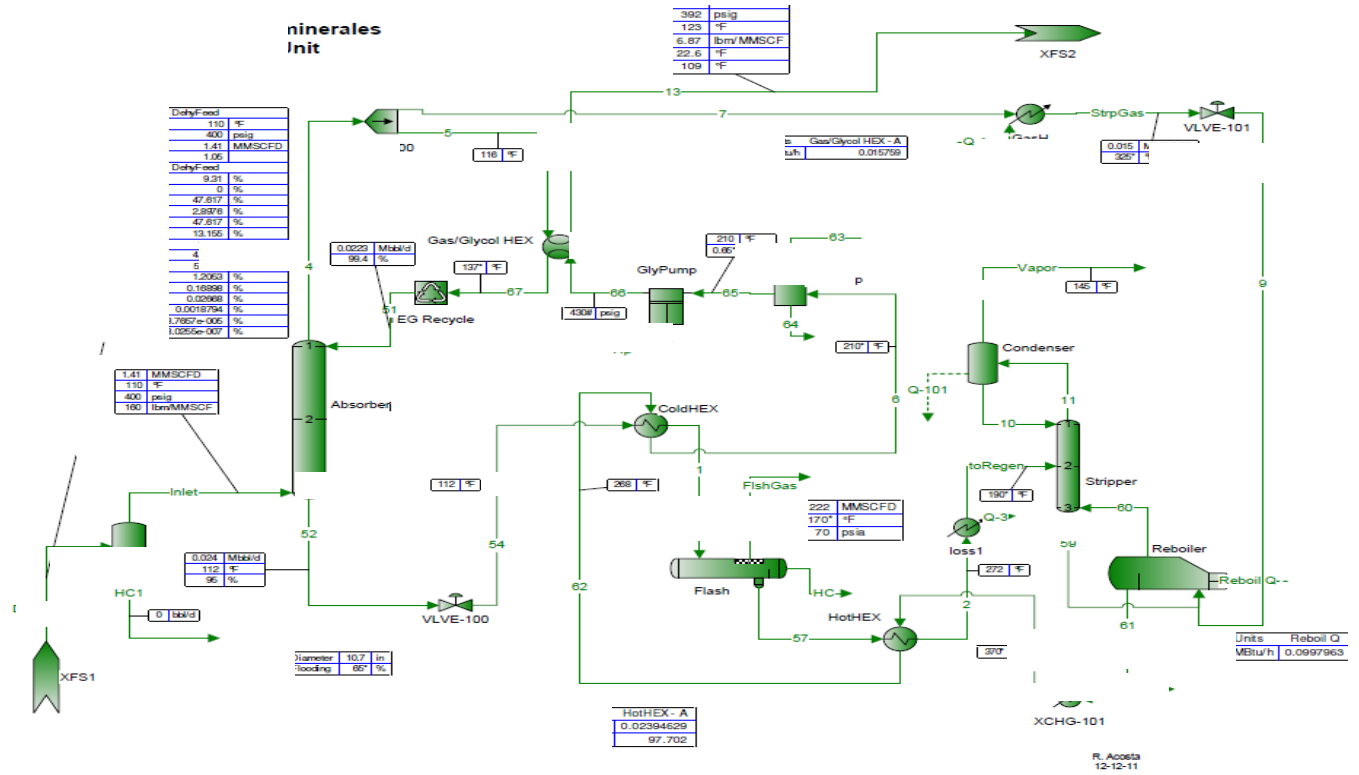
**ANEXO B. Esquema separación en una etapa.**



**ANEXO C. Esquema de una planta de endulzamiento**



**ANEXO D. Esquema de una planta de deshidratación con glicol.**



**ANEXO E. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de una planta de tratamiento de gas.**

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo			Criterios para establecer controles			Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal		
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Operación del compresor	SI	Ruido	Físico	Lesiones auditivas progresivas, llegando a producir hipoacusia.	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Hipoacusia, alteraciones del campo visual, agudeza visual, trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio,	SI				Uso de barreras anti ruido. Colocar los compresores dentro infraestructura tipo container.	Señalización del área advirtiendo el nivel del ruido y el uso de EPP.	Uso de tapaoídos de inserción y de copa. Cumplimiento a los exámenes médicos periódicos. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE) Conservación Auditiva.	
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Operación del compresor	SI	Altas temperaturas	Físico	Golpe de calor. Deshidratación.	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Deshidratación	NO					Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo. Señalización. Instalación de puntos de hidratación.	Uso de EPP adecuado: Ropa de material y diseño adecuado.	
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Mantenimiento, limpieza.	NO	Sobre esfuerzos, posturas inadecuadas. Postura prolongada mantenida.	Biomecánico	Dolores de espalda, lumbalgias.	2	2	4	BAJO	10	40	IV	SI	Dolores de espalda, lumbalgias.	SI					Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Ergonómico. Talleres sobre posturas adecuadas, pausas activas.	Uso de EPP adecuado	
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Operación del compresor	SI	Turnos de Trabajo	Psicosocial	Cansancio, tensión, disminución de la concentración.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	Cansancio.	SI					Rotación turnos de trabajo, diagnóstico de factores de riesgo psicosocial en el sitio de trabajo. Programas de bienestar en PVE Psicosocial.		

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles		Medidas de intervención						
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención		Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Encendido, puesta en funcionamiento, operación general.	SI		Psicosocial	Ausentismo laboral, rendimiento laboral	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	Rendimiento laboral.	SI					Actividades educativas/formativas para modificar actitudes o respuestas frente a situaciones.	
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Funcionamiento del compresor	SI		Químico	Lesiones personales, enfermedad profesional. Irritación, asfixia.	2	8	16	MEDIO	25	400	I	NO	Lesiones personales, enfermedad profesional. Irritación, asfixia.	NO				Aislamientos. Manejo de la integridad. Implementación de programas de mantenimiento preventivo. Inspección periódica de equipos e instrumentación.	Implementación de Guía de Materiales Peligrosos. Entrenamiento e implementación de MSDS.	Uso de EPP adecuado cuando se tiene contacto con gas.
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Funcionamiento del compresor	SI		Mecánico	Lesiones personales.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Lesiones personales.	NO				Instalación de dispositivos que limiten la presión de servicio a la de diseño. Válvulas de seguridad.	Inspecciones periódicas. Implementación de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes protección visual.
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Funcionamiento del compresor	SI		Mecánico	Laceraciones, heridas, contusiones.	6	2	12	ALTO	25	300	II	NO	Laceraciones, heridas, contusiones.	NO				Instalación de Compresores con calidad certificada y comprobada resistencia de materiales acorde a los requisitos exigidos.	Implementación de programa de inspecciones periódicas y mantenimiento predictivo y preventivo.	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes protección visual.
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Mantenimiento, limpieza.	NO		Mecánico	Golpes, atrapamientos, machucos	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Traumas, lesiones	NO				Uso de herramienta adecuada a la tarea.	Entrenamiento en uso de herramienta manual. Programa de inspección de herramientas. Entrenamiento del personal. Implementación de procedimientos de manejo de herramientas manuales. Implementación de sistema Log Out / Tag Out (Bloqueo y Etiquetado)	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo					Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención					
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Sistemas y tuberías presurizadas.	SI	Incendio y/o explosión.	Físicoquímico	Quemaduras, fatalidades, traumas y lesiones.	6	3	18	ALTO	60	1080	I	NO	Fatalidades, lesiones graves.	SI			Material del equipo resistente a la presión a manejar. Pruebas de resistencia de materiales.	Implementación de programa de mantenimiento predictivo y preventivo. Inspecciones periódicas. Equipos e instrumentación calibrados con patrones certificados. Señalización. Aplicación de programa de aislamiento de energía (Bloqueo y etiquetado). Personal competente y entrenado. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo.	Uso de EPP adecuado. Ropa, calzado, protección visual, auditiva, de manos.
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Sistemas y tuberías presurizadas.	SI	Choque eléctrico.	Eléctrico. Contacto directo e indirecto con electricidad. Electricidad estática.	Quemaduras	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales, quemaduras.	SI			Implementación de Programa de Bloqueo y Etiquetado. Señalización de advertencia de riesgo eléctrico. Inspecciones periódicas a sistemas de electricidad. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo y Análisis Seguro de Trabajo (AST o JSA)	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, cascos de protección visual.	
COMPRESIÓN DE GAS	OPERACIONES. PLANTA	Operación de compresores	Sistemas y tuberías presurizadas.	SI	Escape de gas a alta presión y altas temperaturas.	Físico	Contusiones, fracturas, quemaduras.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales, quemaduras.	SI			Uso de material resistente a alta presión. Selección de equipos, instrumentación y materiales adecuados al fluido y presiones a manejar.	Implementación de Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo; inspecciones periódicas. Programa de manejo de integridad de equipos y tuberías. Implementación de señales de advertencia	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, casco de protección visual.
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas-Líquido	Operación del separador.	SI	Escape de gas a alta presión y altas temperaturas.	Físico	Contusiones, lesiones fracturas, quemaduras.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Lesiones personales, quemaduras.	NO			Selección adecuada del tipo de separador de acuerdo con la presión a manejar. Mantener los estándares de diseño de materiales y condiciones del equipo de acuerdo con los parámetros del fluido a manejar.	Señalización de advertencia (no fumar, peligro, uso de EPP). Implementación de programa de inspecciones periódicas, mantenimiento preventivo y predictivo. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo /AST o JSA).	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, cascos de protección visual.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	ROUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención					
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal	
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Sistemas y tuberías presurizadas.	SI	Incendio y/o explosión.	Físicoquímico	Quemaduras, fatalidades, traumas y lesiones.	6	3	18	ALTO	60	1080	I	NO	Fatalidades, lesiones graves.	SI				Material del equipo resistente a la presión a manejar. Pruebas de resistencia de materiales.	Implementación de programa de mantenimiento predictivo y preventivo. Inspecciones periódicas. Equipos e instrumentación calibrados con patrones certificados. Señalización. Aplicación de programa de aislamiento de energía (Bloqueo y etiquetado). Personal competente y entrenado. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo y Análisis Seguro de Trabajo (AST o JSA)	Uso de EPP adecuado. Ropa, calzado, protección visual, auditiva, de manos.
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Mantenimiento y limpieza del separador.	NO	Manejo inadecuado de herramientas manuales.	Mecánico	Golpes, atrapamientos, machucones	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Traumas, lesiones	NO				Uso de herramienta adecuada a la tarea.	Entrenamiento en uso de herramienta manual. Programa de inspección de herramientas. Entrenamiento del personal. Implementación de procedimientos de manejo de herramientas manuales. Implementación de sistema Log Out / Tag Out (Bloqueo y Etiquetado)	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual.
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Mantenimiento y limpieza del separador.	NO	Incendio y explosión por escape de gas residual.	Físicoquímico	Quemaduras, golpes, contusiones.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Quemaduras, golpes, contusiones.	NO					Uso de señalización de advertencia (no fumar, manejo de altas presiones) Implementación de Programa de Bloqueo y Etiquetado. Reuniones de seguridad antes de la labor. Personal competente y hábil para ejecutar la tarea.	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual.
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Separación	SI	Vibraciones	Físico	Enfermedad profesional	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Enfermedad profesional	SI				Instalación de equipos que disminuyan la vibración.	Programa de mantenimiento e inspecciones periódicas.	Exámenes médicos periódicos.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención					
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal	
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Mantenimiento y limpieza del separador.	NO	Manejo inadecuado de herramientas manuales.	Mecánico	Heridas, golpes.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Cortadas, contusiones.						Implementar programa de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo (AST). Implementación de Programa de Bloqueo y Etiquetado (Log Out / Tag Out).	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual.
ETAPA DE SEPARACIÓN	Separación	Separación Gas Líquido	Tuberías a presión	SI	Incendio y explosión por altas presiones.	Físicoquímico	Lesiones personales. Incluye fatalidad.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales. Incluye fatalidad.	NO					Implementación de programa de manejo de integridad, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo; programa de inspecciones periódicas. Certificación e inspección de equipos, personal competente,.	Uso de EPP adecuado: ropa adecuada, casco, botas, protección visual.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Entrada Gas ácido a Scrubber	SI	Exposición a gases y vapores	Químico	Inflamación de vías mucosas y respiratorias, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato, incoherencia. (Por H2S y CO2)	2	2	4	BAJO	60	240	II	NO	Inflamación de vías mucosas y respiratorias, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato, incoherencia. (Por H2S y CO2)	SI				Selección adecuada del tipo de material de los equipos para el endulzamiento de acuerdo con los parámetros del fluido a manejar.	Programa de mantenimiento preventivo y predictivo. Programa de inspecciones periódicas. Implementación del Programa de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo (AST o JSA). Implementación de procesos operativos. Programa de calibración de equipos de medición y ensayo.	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Operación Scrubber	SI	Escape de gas a alta presión y altas temperaturas.	Físico	Contusiones, lesiones fracturas, quemaduras.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Lesiones personales, quemaduras.	NO				Selección adecuada del tipo de acuerdo con la presión a manejar. Mantener los estándares de diseño de materiales y condiciones del equipo de acuerdo con los parámetros del fluido a manejar.	Señalización de advertencia (no fumar, peligro, uso de EPP). Implementación de programa de inspecciones periódicas, mantenimiento preventivo y predictivo. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo /AST o JSA).	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes protección visual.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles			Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Operación Scrubber. Entrada y salida.	SI	Gases, vapores.	Químico	Lesiones personales, enfermedad profesional. Irritación, asfixia.	2	8	16	MEDIO	25	400	I	NO	Lesiones personales, enfermedad profesional. Irritación, asfixia.	NO			Manejo de la integridad. Implementación de programas de mantenimiento preventivo. Inspección periódica de equipos e instrumentación.	Implementación de Guía de Materiales Peligrosos. Entrenamiento e implementación de MSDS. Entrenamiento en el manejo del H2S, CO2 e hidrocarburos líquidos que son retirados del scrubber.	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, guantes de seguridad, protección visual, protección respiratoria adecuada.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Operación Torre Absorbadora o contactora.	SI	Exposición a gases, vapores, manipulación y contacto con productos químicos (aminas)	Químico	Irritación cutánea y de ojos. Náuseas, dolor de cabeza.	2	3	6	MEDIO	10	60	III	NO	Irritación cutánea y de ojos, malestar general.	NO	Utilizar método de lecho sólido o permeación de gas.		Entrenamiento en manipulación de productos químicos, marcación y etiquetado de productos químicos, implementación del sistema MSDS (Material Safety Data Sheet). Personal capacitado en manipulación de éstos productos químicos.	Uso de EPP adecuado para la manipulación de aminas: Lentes de seguridad, guantes especiales, botas de seguridad, delantal, máscaras para manipulación de éstos productos (respiradores).	
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Almacenamiento de Aminas.	SI	Incendio y/o explosión.	Fisicoquímico	Lesiones personales, quemaduras.	6	2	12	MEDIO	10	120	III	NO	Quemaduras.	NO	Utilizar método de lecho sólido o permeación de gas.	Evitar mezclar con agentes oxidantes tales como: percloratos, nitratos, permanganatos, cromatos, ácido nítrico, halógenos, peróxidos y algunas soluciones para limpieza tales como agua regia y soluciones de ácido sulfúrico/dicromato. No mezclar con ácidos ni mercurio.	Entrenamiento en manipulación de productos químicos, marcación y etiquetado de productos químicos, implementación del sistema MSDS (Material Safety Data Sheet). Personal capacitado en manipulación de éstos productos químicos. Implementación de Matriz de Compatibilidad de Productos Químicos.	Uso de EPP adecuado para la manipulación de aminas: Lentes de seguridad, guantes especiales, botas de seguridad, delantal, máscaras para manipulación de éstos productos (respiradores).	

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	ROUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo					Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles		Medidas de intervención						
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Tanque Flash de Amina Rica.	SI	Exposición a gases, vapores, manipulación y contacto con productos químicos (aminas)	Químico	Irritación cutánea y de ojos. Náuseas, dolor de cabeza.	2	3	6	MEDIO	10	60	III	NO	Irritación cutánea y de ojos, malestar general.	NO	Utilizar método de lecho sólido o permeación de gas.			Entrenamiento en manipulación de productos químicos, marcación y etiquetado de productos químicos, implementación del sistema MSDS (Material Safety Data Sheet). Personal capacitado en manipulación de éstos productos químicos.	Uso de EPP adecuado para la manipulación de aminas: Lentes de seguridad, guantes especiales, botas de seguridad, delantal, máscaras para manipulación de éstos productos (respiradores).
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Intercambiador de calor, enfriador.	SI	Temperaturas extremas.	Físico	Quemaduras.	2	1	2	BAJO	25	50	III	NO	Quemaduras.	NO	Implementar sistemas aislantes para evitar contacto de alta temperatura con el trabajador.		Mantenimiento preventivo y predictivo. Señalización de advertencia de peligro, altas temperaturas, solo personal autorizado, uso de EPP. Personal que deba entrar en contacto con el equipo, mantenerse a una distancia prudente y siempre los ojos y mente en la tarea.	Uso de EPP adecuado: Botas de seguridad, ropa adecuada, protección visual, auditiva y de manos.	
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Intercambiador de calor, enfriador.	SI	Incendio y/o explosión.	Fisicoquímico	Lesiones personales, quemaduras.	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Quemaduras.	NO	Utilizar materiales y soldadura adecuada a las especificaciones y parámetros del gas y del proceso.		Implementación mantenimiento preventivo, programa de inspecciones periódicas. Señalización adecuada.	Uso de EPP adecuado: Botas de seguridad, ropa adecuada, protección visual, auditiva y de manos.	
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Rehervidor.	SI	Altas temperaturas	Físico	Quemaduras.	2	1	2	BAJO	25	50	III	NO	Quemaduras.	NO	Implementar sistemas aislantes para evitar contacto de alta temperatura con el trabajador.		Mantenimiento preventivo y predictivo. Señalización de advertencia de peligro, altas temperaturas, solo personal autorizado, uso de EPP. Personal que deba entrar en contacto con el equipo, mantenerse a una distancia prudente y siempre los ojos y mente en la tarea.	Uso de EPP adecuado: Botas de seguridad, ropa adecuada, protección visual, auditiva y de manos.	

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles			Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención		Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Torre Despojadora	SI	Exposición a gases ácidos y amina poble.	Químico	Irritación cutánea y de ojos. Náuseas, dolor de cabeza.	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Irritación cutánea y de ojos. Náuseas, dolor de cabeza.	NO			Utilizar materiales y soldadura adecuada a las especificaciones y parámetros del gas y del proceso.	Mantenimiento preventivo y predictivo. Señalización de advertencia de peligro, altas temperaturas, solo personal autorizado, solo de EPP. Personal que deba entrar en contacto con el equipo, mantenerse a una distancia prudente y siempre los ojos y mente en la tarea.	Uso de EPP adecuado: Botas de seguridad, ropa adecuada, protección visual, auditiva y de manos.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Limpieza y mantenimiento de equipos	NO	Manejo inadecuado de herramientas manuales.	Mecánico	Golpes, atrapamientos, machucones	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Traumas, lesiones	NO			Uso de herramienta adecuada a la tarea.	Entrenamiento en uso de herramienta manual. Programa de inspección de herramientas. Entrenamiento del personal. Implementación de procedimientos de manejo de herramientas manuales. Implementación de sistema Log Out / Tag Out (Bloqueo y Etiquetado). Implementación de Programa de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo (AST o JSA)	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual, respiratoria, de manos.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Limpieza y mantenimiento de equipos	NO	Caida de objetos	Locativo	Golpes, machucones.	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Golpes, contusiones.	NO			Mantener las herramientas en su contenedor adecuado mientras no se están usando. Asegurar el agarre de la herramienta. Utilizar herramienta en buenas condiciones.	Programa de inspección de herramientas. Utilizar la herramienta adecuada para la tarea. Entrenamiento en manejo de herramientas. Implementación de procedimientos operativos. Implementación de Programa de Permisos de Trabajo (PTW) y Análisis Seguro del Trabajo (AST o JSA)	Guantes adecuados para la tarea, botas de seguridad, casco y protección visual, respiratoria, de manos.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Eta de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de endulzamiento).	SI	Ruido	Físico	Lesiones auditivas progresivas, llegando a producir hipoacusia.	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Hipoacusia, alteraciones del campo visual, agudeza visual, trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio,	SI			Uso de barreras anti ruido. Colocar los compresores dentro infraestructura tipo container.	Señalización del área advirtiéndolo el nivel del ruido y el uso de EPP.	Uso de tapaoídos de inserción y de copa. Cumplimiento a los exámenes médicos periódicos. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE) Conservación Auditiva.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e Intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de endulzamiento).	SI	Iluminación deficiente	Físico	Fatiga visual, pérdida de agudeza visual.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	SI					Programación de mediciones de luz. Implementación de luminarias acorde con los resultados de los estudios de iluminación. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo visual. Mediciones de Luz. Exámenes periódicos.	
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de endulzamiento).	SI	Superficies de trabajo irregulares, deslizantes, con diferencia de nivel.	Locativo	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.	2	3	6	MEDIO	10	60	III	NO	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.			Adecuación de pisos en caso de presentarse desniveles.		Inspecciones previas al lugar de trabajo. Orden y aseo en el lugar de trabajo. Señales de precaución y advertencia, peligro, desnivel.	Uso de botas de seguridad y EPP adecuado.
ETAPA DE ENDULZAMIENTO	Etapas de endulzamiento	Endulzamiento del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de endulzamiento).	SI	Inadecuado orden y aseo	Locativo	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.	2	3	4	BAJO	10	40	III	NO	Golpes, esguinces.					Inspecciones previas al lugar de trabajo. Orden y aseo en el lugar de trabajo. Señales de advertencia.	Uso de botas de seguridad y EPP adecuado.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Operación Unidades de glicol	SI	Ruido	Físico	Lesiones auditivas progresivas, llegando a producir hipoacusia.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Hipoacusia, alteraciones del campo visual, agudeza visual, trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio,	SI				Señalización del área advirtiendo el nivel del ruido y el uso de EPP.	Uso de tapacidos de inserción y de copa. Cumplimiento a los exámenes médicos periódicos. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE) Conservación Auditiva.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Operación Unidades de glicol	SI	Postura prolongada, posiciones forzadas, sobre esfuerzos.	Biomecánico	Lesiones personales, enfermedad ocupacional.	2	2	4	BAJO	25	100	III	SI	Lesiones personales, enfermedad ocupacional.					Implementación Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Ergonómico.	Uso de EPP adecuado para sobre esfuerzos.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Operación Unidades de glicol	SI	Altas temperaturas	Físico	Golpe de calor. Deshidratación.	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Deshidratación	NO				Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo. Señalización. Instalación de puntos de hidratación. Mantenerse a distancia prudente de equipos a altas temperaturas.	Uso de EPP adecuado: Ropa de material y diseño adecuado.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Operación Unidades de glicol	SI	Gases, vapores, líquidos.	Químico	Irritación cutánea, ojos y tracto respiratorio.	2	3	6	MEDIO	10	60	III	NO	irritación cutánea, ojos y tracto respiratorio.	NO				Señalización de advertencia: no comer ni fumar en el sitio de trabajo. Rotular los recipientes con etiquetas HMB II, implementación y en cumplimiento en MSDS (Material Safety Data Sheet), almacenar de acuerdo con matriz de compatibilidad de productos químicos. Eliminar fuentes de ignición	Protección visual para uso de productos químicos. Guantes protectores de caucho, respirador con filtro para vapores orgánicos

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	ROUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles			Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Tuberías a presión	SI	Incendio y explosión por altas presiones.	Físicoquímico	Lesiones personales. Incluye fatalidad.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales. Incluye fatalidad.	NO				Implementación de programa de manejo de integridad, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo; programa de inspecciones periódicas. Certificación e inspección de equipos, personal competente,.	Uso de EPP adecuado: ropa adecuada, casco, botas, protección visual.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Torres Contactoras	SI	Pérdida de integridad mecánica	Físico	Lesiones a las personas	2	3	6	MEDIO	25	150	II	NO	Lesiones a las personas	NO				Implementación programas de mantenimiento preventivo y predictivo. Programa de inspecciones periódicas. Certificación de equipos, tuberías, accesorios e instrumentación. Personal entrenado. Señalización de advertencia y precaución.	Uso de EPP adecuado: ropa adecuada, casco, botas, protección visual.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Regeneración de Glicol	SI	Vapores del glicol y otros asociados.	Químico	Irritación cutánea, ojos y tracto respiratorio.	2	3	6	MEDIO	10	60	III	NO	irritación cutánea, ojos y tracto respiratorio.	NO				Señalización de advertencia: no comer ni fumar en el sitio de trabajo. Rotular los recipientes con etiquetas HMIS III, implementación y en entrenamiento en MSDS (Material Safety Data Sheet), lamacener de acuerdo con matriz de compatibilidad de productos químicos. Eliminar fuentes de ignición	Protección visual para uso de productos químicos. Guantes protectores de caucho, respirador con filtro para vapores orgánicos
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Filtros	SI	Postura prolongada, posiciones forzadas, sobre esfuerzos.	Biomecánico	Lesiones personales, enfermedad ocupacional.	2	2	4	BAJO	25	100	III	SI	Lesiones personales, enfermedad ocupacional.	NO				Implementación Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Ergonómico.	Uso de EPP adecuado para sobre esfuerzos.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo	Criterios para establecer controles		Medidas de intervención						
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal	
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Bombas de transferencia e inyección	SI	Choque eléctrico.	Eléctrico. Contacto directo e indirecto con electricidad. Electricidad estática.	Quemaduras	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	Lesiones personales, quemaduras.	SI					Implementación de Programa de Bloqueo y Etiquetado. Señalización de advertencia de riesgo eléctrico. Inspecciones periódicas a sistemas de electricidad. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo y Análisis Seguro de Trabajo (AST o JSA)	Uso de EPP adecuado. Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes protección visual.
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de deshidratación).	SI	Iluminación deficiente	Físico	Fatiga visual, pérdida de agudeza visual.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI		SI					Programación de mediciones de luz. Implementación de luminarias acorde con los resultados de los estudios de iluminación. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo visual. Mediciones de Luz. Exámenes periódicos.	
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de deshidratación).	SI	Superficies de trabajo irregulares, deslizantes, con diferencia de nivel.	Locativo	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.	2	2	4	BAJO	10	40	III	NO	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.	NO			Adecuación de pisos en caso de presentarse desniveles.	Inspecciones previas al lugar de trabajo. Orden y aseo en el lugar de trabajo. Señales de precaución y advertencia, peligror, desnivel, uso de EPP.	Uso de botas de seguridad.	
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de deshidratación).	SI	Inadecuado orden y aseo	Locativo	Lesiones, contusiones, golpes, esguinces, fracturas.	2	3	4	BAJO	10	40	III	NO	Golpes, esguinces.	NO				Inspecciones previas al lugar de trabajo. Orden y aseo en el lugar de trabajo. Señales de advertencia.	Uso de botas de seguridad y EPP adecuado.	
ETAPA DE DESHIDRATACION	Etapas de Deshidratación	Deshidratación del gas	Sistemas, equipos y tuberías presurizadas (proceso general que incluye todas las etapas de deshidratación).	SI	Comportamiento, actitudes y otros factores de trabajo.	Psicosocial	Ausentismo laboral, rendimiento laboral	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	Rendimiento laboral.	SI				Actividades educativas/formativas para modificar actitudes o respuestas frente a situaciones.		
GENERACION DE ENERGIA	GENERADORES	GENERACION DE ENERGIA	Inspección de generadores, puesta en marcha.	SI	Ruido	Físico	Lesiones auditivas progresivas, llegando a producir hipoacusia.	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Hipoacusia, alteraciones del campo visual, agudeza visual, trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio,	SI			Uso de barreras anti ruido. Colocar los compresores dentro infraestructura tipo container.	Señalización del área advirtiendo el nivel del ruido y el uso de EPP.	Uso de tapaoídos de inserción y de copa. Cumplimiento a los exámenes médicos periódicos. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE) Conservación Auditiva.	
GENERACION DE ENERGIA	GENERADORES	GENERACION DE ENERGIA	Inspección de generadores, puesta en marcha.	SI	Vibraciones	Físico	Enfermedad profesional	2	2	4	BAJO	25	100	III	NO	Enfermedad profesional	SI			Instalación de equipos que disminuyan la vibración.	Programa de mantenimiento e inspecciones periódicas. Exámenes médicos periódicos.	Uso de botas de seguridad y EPP adecuado.	

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención				
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal
GENERACIÓN DE ENERGÍA	GENERADORES	GENERACIÓN DE ENERGÍA	Inspección de generadores, puesta en marcha.	SI	Iluminación	Físico	Fatiga visual, pérdida de agudeza visual.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	SI					Programación de mediciones de luz. Implementación de luminarias acorde con los resultados de los estudios de iluminación. Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo visual. Mediciones de Luz. Exámenes periódicos.	Uso de EPP
GENERACIÓN DE ENERGÍA	GENERADORES	GENERACIÓN DE ENERGÍA	Inspección de generadores, puesta en marcha.	SI	Discomfort térmico	Físico	Deshidratación, agotamiento.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	SI					Períodos de descanso. Hidratación.	Uso de EPP.
GENERACIÓN DE ENERGÍA	GENERADORES	GENERACIÓN DE ENERGÍA	Inspección de generadores, puesta en marcha.	SI	Posturas inadecuadas.	Biomecánico (ergonómico)	Espasmo muscular, fatiga	2	4	8	MEDIO	10	80	III	NO	Espasmo muscular, fatiga	NO				Implementación de Programa de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Ergonómico. Talleres sobre posturas adecuadas, pausas activas.	Uso de EPP adecuado
LABORATORIO	LABORATORIO	Toma de muestras	Tomad e muestras	SI	Contacto con gases y vapores (salida de gas en el momento de realizar purga)	Químico	Lesiones personales	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales, enfermedad ocupacional, irritación de mucosas o patologías crónicas.	NO				Ubicación correcta para toma de muestras. Seguimiento de procedimiento de toma de muestras. Implementación de Sistema de Vigilancia Epidemiológico de Productos Químicos. Personal entrenado y capacitado. Implementación de Sistema de Permisos de Trabajo y aST.	Uso de Epp adecuado para tom de muestras incluyendo máscaras o respiradores.
LABORATORIO	LABORATORIO	Toma de muestras	Tomad e muestras	SI	Trabajo ejecutado con largos tiempos de pie.	Biomecánico (ergonómico)	Posturas inadecuadas. Carga física. Carga estática.	2	3	6	MEDIO	25	150	II	NO	Posturas inadecuadas	NO				Exámenes ocupacionales. Implementación de programa de buenas posturas. SVE Ergonómico.	EPP adecuados a la tarea.
LABORATORIO	LABORATORIO	Toma de muestras	Tomad e muestras	SI	Incendio y explosión por presencia de gas combustible.	Fisicoquímico	Lesiones personales incluyendo fatalidad.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales incluyendo fatalidad.	NO				Monitoreo de gas cada vez que se etome muestra. Uso de herramientas a prueba de chisá. No uso de joyas. Inspección de herramientas.	EPP adecuados a la tarea.
LABORATORIO	LABORATORIO	Toma de muestras	Tomad e muestras	SI	Ruptura de equipos y tubería	Mecánico	Lesiones personal, es lesiones en los ojos, quemaduras.	2	3	6	MEDIO	25	150	II	NO	Lesiones personal, es lesiones en los ojos, quemaduras.	NO				Manipular correctamente y con la fuerza adecuada el punto de operación. Inspecciones periódicos. Programa de mantenimiento predictivo y preventivo. Procedimientos operativos y de seguridad.	EPP adecuados a la tarea.
LABORATORIO	LABORATORIO	Toma de muestras	Tomad e muestras	SI	Pisos, escaleras, barandas.	Locativo	Golpes,, esguinces, fracturas.	2	2	4	BAJO	10	40	III	SI	Golpes,, esguinces, fracturas.	NO				Señalización, iluminación adecuada, personal entrenado, evaluación y adecuación de pisos, barandas y escaleras.	EPP adecuados a la tarea.

PROCESO	AREA	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		Efectos posibles	Evaluación del Riesgo						Valoración del Riesgo		Criterios para establecer controles		Medidas de intervención					
					Descripción	Clasificación		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de Exposición (NE)	Nivel de probabilidad (ND x NE)	Interpretación del nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Por consecuencia	Existencia de requisito legal	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos / Elementos de protección personal	
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Todas	Montaje y desmontaje de equipos y tubería	Mantenimiento y limpieza de equipos	NO	Trabajo en alturas	Locativo	Lesiones personales graves, fatalidad	6	2	12	ALTO	60	720	I	NO	Lesiones personales graves, fatalidad	SI					Implementación de Programa de Permisos de Trabajo, AST, Charlas pre-operacionales. Implementación de procedimientos operativos para mantenimiento, montaje y desmontaje de equipos. Implementación de Programa de operaciones Simultaneas (SIMOPS)	Equipo de protección personal para trabajos en alturas.
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Todas	Montaje y desmontaje de equipos y tubería	Mantenimiento y limpieza de equipos	NO	Caída de objetos	Locativo	Lesiones personales.	2	3	6	MEDIO	25	150	II	NO	Lesiones personales	NO					Inspecciones periódicas sobre objetos que pueden caer. Aseguramiento de partes y equipos. Implementación de programa de caída de objetos.	Uso de EPP adecuado. Casco, botas, lentes de seguridad.
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Todas	Montaje y desmontaje de equipos y tubería	Mantenimiento y limpieza de equipos	NO	Izaje de cargas	Mecánico	Lesiones personales, aplastamientos	2	3	6	MEDIO	25	150	II	NO	Lesiones personales, aplastamientos	NO			Equipo adecuado para izaje de cargas.		Inspección periódica de los equipos de izaje de cargas y monatargas. Operadores con certificaciones al día. Personal competente, hábil y experimentado. Señalización de advertencia. Personal ayudante hábil y competente. Aislar el área. Evitar personal transitando cerca y bajo las cargas.	Uso de EPP adecuado en el personal expuesto en la tarea.
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Todas	Montaje y desmontaje de equipos y tubería	Mantenimiento y limpieza de equipos	NO	Incendio y explosión	Fisicoquímico	Lesiones personales incluyendo fatalidad.	6	3	18	ALTO	25	450	II	NO	Lesiones personales incluyendo fatalidad.	NO					Inspección del área, inspección de atmósferas. Alejar fuentes de ignición.	Uso de PP adecuado



### Leyenda



Ruido



Ergonómico



Caída a un mismo nivel



Temperaturas Extremas



Explosión



Partículas



Eléctrico



Superficies Cortantes



Atrapado por



Bajo



Vibraciones



Radiación no Ionizante



Incendio



Golpeado por



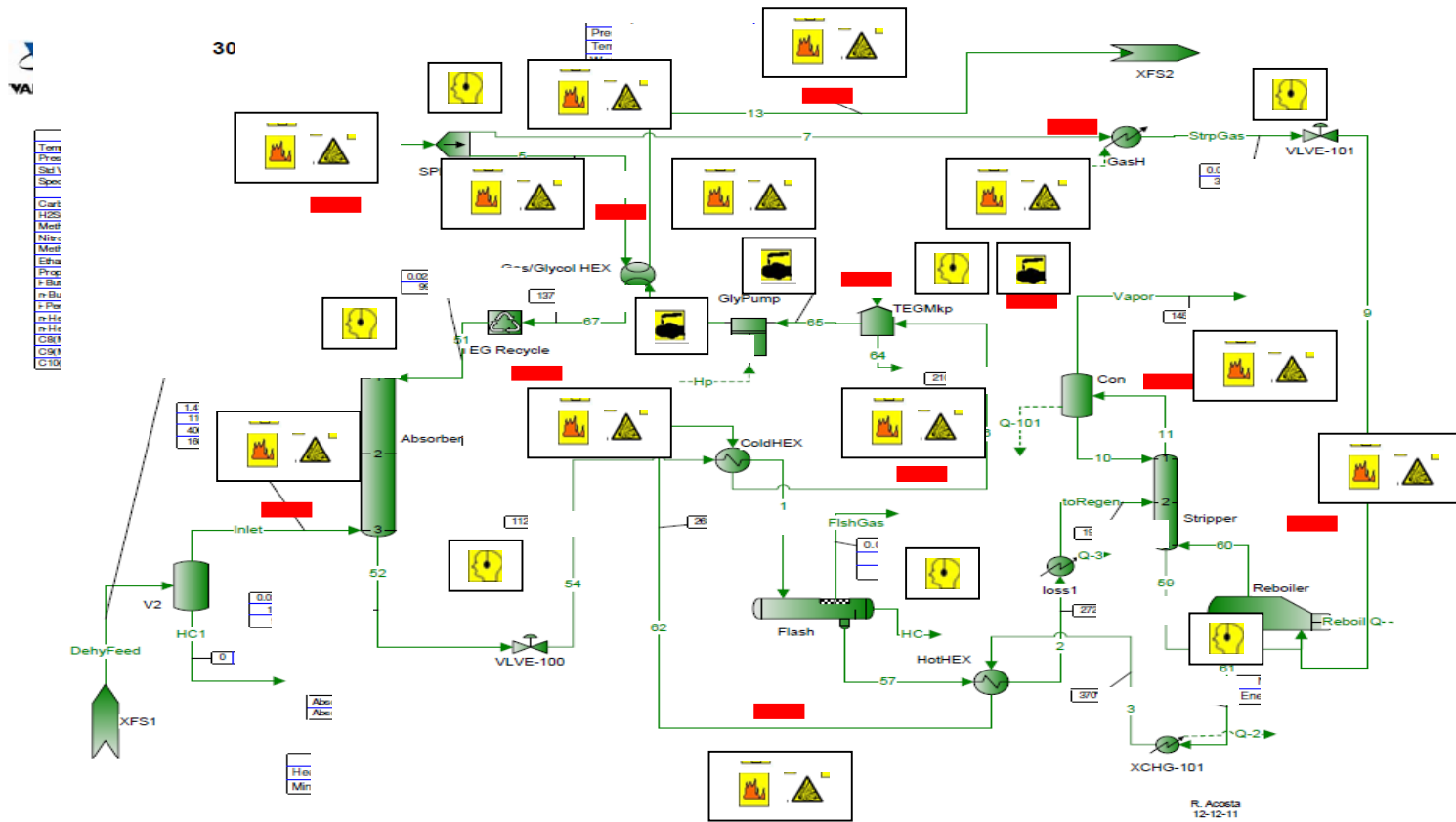
Medio

















Alto

## ANEXO G. Mapa de Riesgo. Deshidratación.

Se identifican los riesgos calificados como ALTO

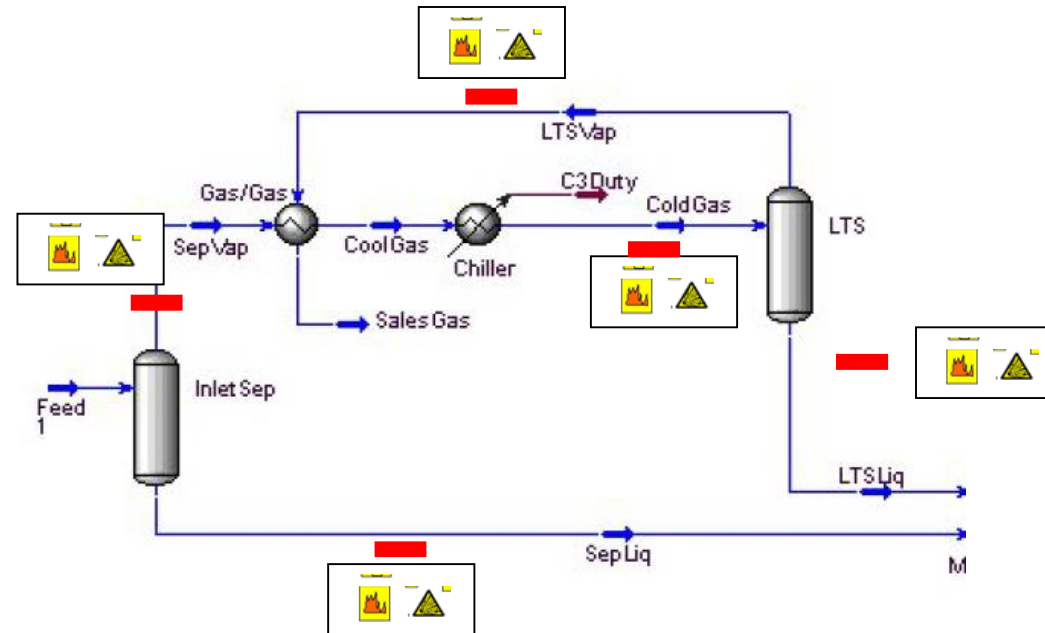


### Leyenda

 Partículas	 Ergonómico	 Radiación no ionizante	 Radiación ionizante	 Gr. Bajo
 Incendio	 Eléctrico	 Explosión	 Caída a un mismo nivel	 Gr. Medio
 Contacto con químicos	 Temperaturas Extremas	 Gases, Polvos o Vapores		 Gr. Alto

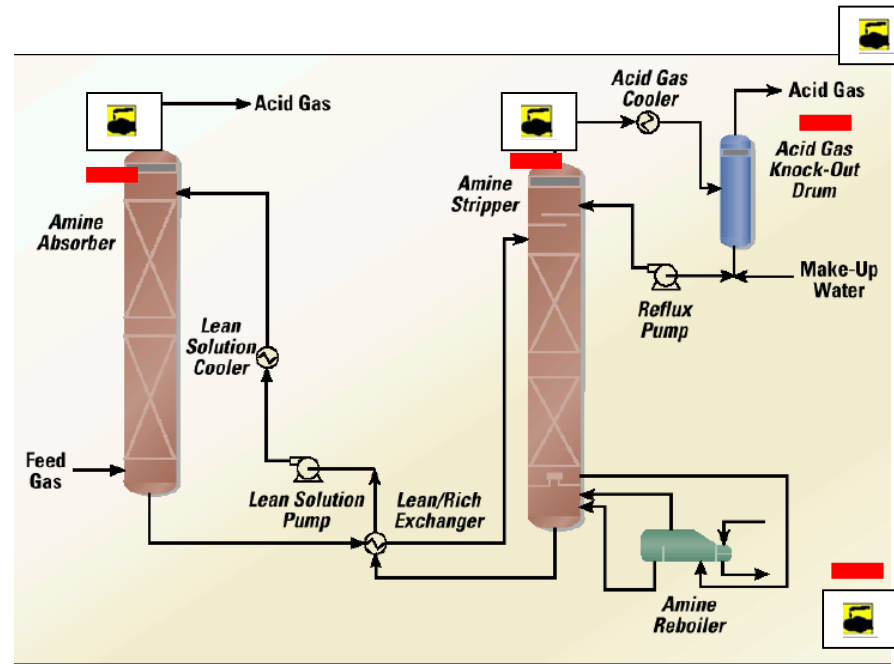
**ANEXO H. Mapa de Riesgo. Separación.**

Se identifican los riesgos calificados como ALTO



Leyenda					
	Partículas		Ergonómico		Radiación no ionizante
	Incendio		Eléctrico		Radiación ionizante
	Contacto con químicos		Temperaturas Extremas		Caída a un mismo nivel
	Gases, Polvos o Vapores				Bajo
					Medio
					Alto

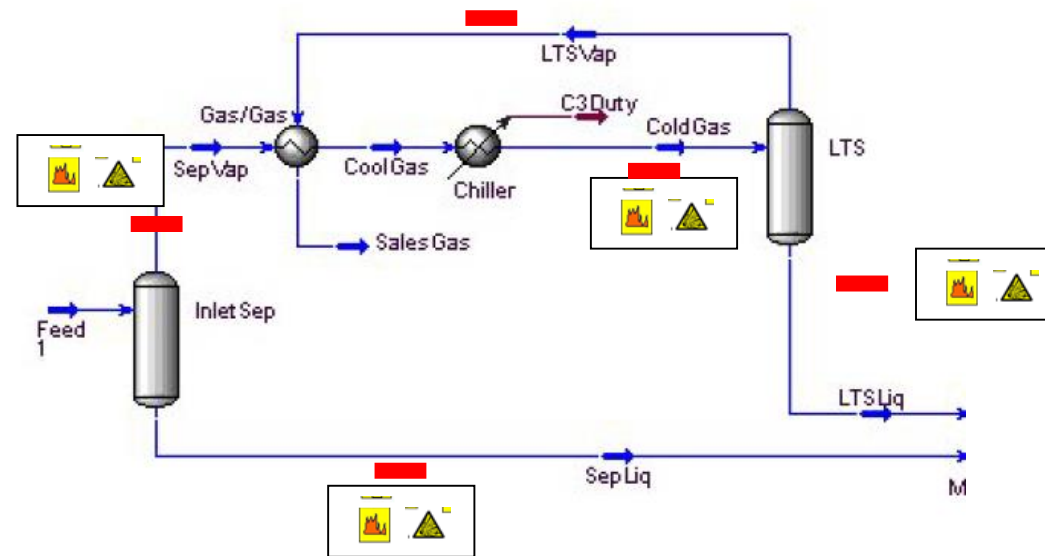
**ANEXO I. Mapa de Riesgo Endulzamiento**



**Leyenda**

Ruido	Ergonómico	Caída a un mismo nivel	Temperaturas Extremas	Explosión
Partículas	Eléctrico	Superficies Cortantes	Atrapado por	Gr Bajo
Vibraciones	Radiación no ionizante	Incendio	Golpeado por	Gr Medio
				Gr Alto

## ANEXO J. Mapa de Riesgo Deshidratación



### Leyenda

	Partículas		Ergonómico		Radiación no ionizante		Radiación ionizante		Bajo
	Incendio		Eléctrico		Explosión		Caída a un mismo nivel		Medio
	Contacto con químicos		Temperaturas Extremas		Gases, Polvos o Vapores		Alto		

# ANEXO K. MSDS Gas Natural

Natural Gas

MSDS# 3028

Version 2.0

Effective Date 11/23/2009

According to OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR

1910.1200

## Material Safety Data Sheet

### 1. MATERIAL AND COMPANY IDENTIFICATION

**Material Name** : Natural Gas  
**Uses** : Gaseous fuel for domestic and non-domestic uses.

**Manufacturer/Supplier** : Shell Energy North America (US), L.P.  
Two Houston Center  
909 Fannin  
Plaza Level 1  
Houston, TX 77010  
USA

**MSDS Request** : 713-767-5400

**Emergency Telephone Number**  
**Spill Information** : 877-504-9351  
**Health Information** : DOMESTIC NORTH AMERICA 800-424-9300  
INTERNATIONAL, CALL 703-527-3887

### 2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Identity	CAS No.	Concentration
Natural gas	8006-14-2	100.00 %

Contains Methane, CAS # 74-82-8  
Contains Propane, CAS # 74-98-6  
Contains Ethane, CAS # 74-84-0  
Contains Butane, CAS # 106-97-8  
Contains hydrogen sulphide, CAS # 7783-06-4.

### 3. HAZARDS IDENTIFICATION

Emergency Overview	
<b>Appearance and Odour</b>	: Colourless. Gas. Typical gas smell due to addition of odouriser to allow the detection of product leaks..
<b>Health Hazards</b>	: Vapours may cause drowsiness and dizziness. High gas concentrations will displace available oxygen from the air; unconsciousness and death may occur suddenly from lack of oxygen. Exposure to rapidly expanding gases may cause frost burns to eyes and/or skin.
<b>Safety Hazards</b>	: Extremely flammable. May form flammable/explosive vapour-air mixture. Electrostatic charges may be generated during handling. Electrostatic discharge may cause fire.
<b>Environmental Hazards</b>	: Not classified as dangerous for the environment.

**Health Hazards**  
**Inhalation** : High gas concentrations will displace available oxygen from the air; unconsciousness and death may occur suddenly from lack of oxygen. Exposure to high gas/vapour concentrations may

## Material Safety Data Sheet

- lead to narcotic or anaesthetic effects that may impair judgement or lead to central nervous system depression. Breathing of high vapour concentrations may cause central nervous system (CNS) depression resulting in dizziness, light-headedness, headache and nausea.
- Signs and Symptoms** : Breathing of high vapour concentrations may cause central nervous system (CNS) depression resulting in dizziness, light-headedness, headache, nausea and loss of coordination. Continued inhalation may result in unconsciousness and death. H2S has a broad range of effects dependent on the airborne concentration and length of exposure: 0.02 ppm odour threshold, smell of rotten eggs; 10 ppm eye and respiratory tract irritation; 100 ppm coughing, headache, dizziness, nausea, eye irritation, loss of sense of smell in minutes; 200 ppm potential for pulmonary oedema after >20-30 minutes; 500 ppm loss of consciousness after short exposures, potential for respiratory arrest; >1000ppm immediate loss of consciousness, may lead rapidly to death, prompt cardiopulmonary resuscitation may be required. Do not depend on sense of smell for warning. H2S causes rapid olfactory fatigue (deadens sense of smell). There is no evidence that H2S will accumulate in the body tissue after repeated exposure.
- Environmental Hazards** : Not classified as dangerous for the environment.

---

### 4. FIRST AID MEASURES

- General Information** : Vaporisation of H2S that has been trapped in clothing can be dangerous to rescuers. Maintain respiratory protection to avoid contamination from the victim to rescuer. Mechanical ventilation should be used to resuscitate if at all possible.
- Inhalation** : Remove to fresh air. Do not attempt to rescue the victim unless proper respiratory protection is worn. If the victim has difficulty breathing or tightness of the chest, is dizzy, vomiting, or unresponsive, give 100% oxygen with rescue breathing or CPR as required and transport to the nearest medical facility.
- Skin Contact** : If persistent irritation occurs, obtain medical attention.
- Eye Contact** : If persistent irritation occurs, obtain medical attention.
- Ingestion** : In the unlikely event of ingestion, obtain medical attention immediately.
- Advice to Physician** : Treat symptomatically. Hydrogen sulphide (H2S) - CNS asphyxiant. May cause rhinitis, bronchitis and occasionally pulmonary oedema after severe exposure. CONSIDER: Oxygen therapy. Consult a Poison Control Center for guidance.

---

### 5. FIRE FIGHTING MEASURES

Clear fire area of all non-emergency personnel.

- Flash point** : -187.8 °C / -306.0 °F  
**Upper / lower Flammability or** : >= 5 %(V)

## Material Safety Data Sheet

<b>Explosion limits</b>	: <= 15 %(V)
<b>Auto ignition temperature</b>	: 583 °C / 1,081 °F
<b>Specific Hazards</b>	: Forms flammable mixture with air. If released, the resulting vapours will disperse with the prevailing wind. If a source of ignition is present where the vapour exists at 5-15% concentration in air, the vapour will burn along the flame front toward the source of the fuel.
<b>Suitable Extinguishing Media</b>	: Shut off supply. If not possible and no risk to surroundings, let the fire burn itself out.
<b>Unsuitable Extinguishing Media</b>	: Do not use water in a jet.
<b>Protective Equipment for Firefighters</b>	: Wear full protective clothing and self-contained breathing apparatus.

---

### 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Avoid contact with spilled or released material. For guidance on selection of personal protective equipment see Chapter 8 of this Material Safety Data Sheet. See Chapter 13 for information on disposal. Observe all relevant local and international regulations.

<b>Protective measures</b>	: Remove all possible sources of ignition in the surrounding area. Evacuate all personnel. Do not breathe fumes, vapour. Do not operate electrical equipment. Avoid contact with skin, eyes and clothing. Ventilate contaminated area thoroughly. Shut off leaks, if possible without personal risks. Remove all possible sources of ignition in the surrounding area and evacuate all personnel. Attempt to disperse the gas or to direct its flow to a safe location for example by using fog sprays. Take precautionary measures against static discharge. Ensure electrical continuity by bonding and grounding (earthing) all equipment. Monitor area with combustible gas meter.
<b>Additional Advice</b>	: Notify authorities if any exposure to the general public or the environment occurs or is likely to occur.

---

### 7. HANDLING AND STORAGE

<b>General Precautions Handling</b>	: Take precautionary measures against static discharges. : Avoid contact with skin, eyes and clothing. Extinguish any naked flames. Do not smoke. Remove ignition sources. Avoid sparks. The inherent toxic and olfactory (sense of smell) fatiguing properties of hydrogen sulphide require that air monitoring alarms be used if concentrations are expected to reach harmful levels such as in enclosed spaces, heated transport vessels and spill or leak situations. If the air concentration exceeds 50 ppm, the area should be evacuated unless respiratory protection is in use.
<b>Storage</b>	: Keep away from sources of ignition - No smoking. Keep container tightly closed and in a cool, well-ventilated place. Cleaning, inspection and maintenance of storage tanks is a specialist operation, which requires the implementation of strict procedures and precautions. These include issuing of work

**Material Safety Data Sheet**

permits, gas-freeing of tanks, using a manned harness and lifelines and wearing air-supplied breathing apparatus. Prior to entry and whilst cleaning is underway, the atmosphere within the tank must be monitored using an oxygen meter and explosimeter.

**Product Transfer** : Earth all equipment.

**8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

**Occupational Exposure Limits**

Material	Source	Type	ppm	mg/m3	Notation
Methane	ACGIH	TWA	1,000 ppm		
Ethane	ACGIH	TWA	1,000 ppm		
Propane	OSHA Z1	PEL	1,000 ppm	1,800 mg/m3	
Propane	OSHA Z1A	TWA	1,000 ppm	1,800 mg/m3	
Propane	ACGIH	TWA	1,000 ppm		
Butane	ACGIH	TWA	1,000 ppm		
Hydrogen Sulphide	ACGIH	TWA	10 ppm		
Hydrogen Sulphide	ACGIH	STEL	15 ppm		
Hydrogen Sulphide	OSHA Z1A	TWA	10 ppm	14 mg/m3	
Hydrogen Sulphide	OSHA Z1A	STEL	15 ppm	21 mg/m3	
Natural gas	ACGIH	TWA	1,000 ppm		

**Exposure Controls** : The level of protection and types of controls necessary will vary depending upon potential exposure conditions. Select controls based on a risk assessment of local circumstances. Appropriate measures include: Adequate explosion-proof ventilation to control airborne concentrations below the exposure guidelines/limits.

**Personal Protective Equipment** : Personal protective equipment (PPE) should meet recommended national standards. Check with PPE suppliers.

**Respiratory Protection** : If engineering controls do not maintain airborne concentrations to a level which is adequate to protect worker health, select respiratory protection equipment suitable for the specific conditions of use and meeting relevant legislation. Check with respiratory protective equipment suppliers. Where air-filtering respirators are unsuitable (e.g. airborne concentrations are high, risk of oxygen deficiency, confined space) use appropriate positive pressure breathing apparatus. Where respiratory protective equipment is required, use a full-face mask. All respiratory protection equipment and use must be in accordance with local regulations. Respirator selection, use and maintenance should be in accordance with the requirements of the OSHA Respiratory Protection Standard, 29 CFR 1910.134.

**Material Safety Data Sheet**

- Hand Protection** : Not normally required. Suitability and durability of a glove is dependent on usage, e.g. frequency and duration of contact. Always seek advice from glove suppliers. Personal hygiene is a key element of effective hand care. Gloves must only be worn on clean hands. After using gloves, hands should be washed and dried thoroughly. Application of a non-perfumed moisturizer is recommended. If contact with liquefied product is possible or anticipated, gloves should be thermally insulated to prevent cold burns.
- Eye Protection** : Chemical splash goggles (gas-tight monogoggles) and face shield with chin guard.
- Protective Clothing** : Skin protection not ordinarily required beyond standard issue work clothes.
- Monitoring Methods** : Monitoring the oxygen content of the air is often the best means of ensuring safety. There are substantial risks if the concentration of oxygen in the atmosphere varies from the normal (20.8%) under normal atmospheric pressure.

**9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

- Appearance** : Colourless. Gas.
- Odour** : Typical gas smell due to addition of odouriser to allow the detection of product leaks..
- Initial Boiling Point and Boiling Range** : -161.5 °C / -258.7 °F
- Flash point** : -187.8 °C / -306.0 °F
- Upper / lower Flammability or Explosion limits** : >= 5 %(V)  
<= 15 %(V)
- Auto-ignition temperature** : 583 °C / 1,081 °F
- Density** : 420 g/cm<sup>3</sup> at -165.5 °C / -265.9 °F Liquid methane at boiling point.
- Water solubility** : 0.08 g/l at 25 °C / 77 °F
- Vapour density (air=1)** : Typical 0.58

**10. STABILITY AND REACTIVITY**

- Stability** : Stable under normal use conditions.
- Conditions to Avoid** : Heat, flames, and sparks. May form explosive mixture on contact with air.
- Materials to Avoid** : Strong oxidising agents.
- Hazardous Decomposition Products** : Hazardous decomposition products are not expected to form during normal storage.

**11. TOXICOLOGICAL INFORMATION**

- Basis for Assessment** : Information given is based on product data, a knowledge of the components and the toxicology of similar products.
- Acute Oral Toxicity** : LD50 > 5000 mg/kg , Rat
- Acute Dermal Toxicity** : LD50 > 5000 mg/kg , Rat
- Acute Inhalation Toxicity** : LC50 >20 mg/l / 4 h, Rat  
Breathing of high vapour concentrations may cause central

## Material Safety Data Sheet

	nervous system (CNS) depression resulting in dizziness, light-headedness, headache and nausea.
<b>Skin Irritation</b>	: Not expected to be a hazard.
<b>Eye Irritation</b>	: Not expected to be a hazard.
<b>Respiratory Irritation</b>	: Not expected to be a respiratory irritant.
<b>Sensitisation</b>	: Not a skin sensitiser.
<b>Mutagenicity</b>	: Not considered a mutagenic hazard.
<b>Carcinogenicity</b>	: Components are not known to be associated with carcinogenic effects.
<b>Reproductive and Developmental Toxicity</b>	: Not a developmental toxicant.
<b>Additional Information</b>	: High gas concentrations will displace available oxygen from the air; unconsciousness and death may occur suddenly from lack of oxygen. H2S has a broad range of effects dependent on the airborne concentration and length of exposure: 0.02 ppm odour threshold, smell of rotten eggs; 10 ppm eye and respiratory tract irritation; 100 ppm coughing, headache, dizziness, nausea, eye irritation, loss of sense of smell in minutes; 200 ppm potential for pulmonary oedema after >20-30 minutes; 500 ppm loss of consciousness after short exposures, potential for respiratory arrest; >1000ppm immediate loss of consciousness, may lead rapidly to death, prompt cardiopulmonary resuscitation may be required. Do not depend on sense of smell for warning. H2S causes rapid olfactory fatigue (deadens sense of smell). There is no evidence that H2S will accumulate in the body tissue after repeated exposure.

---

### 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Information given is based on product data, a knowledge of the components and the ecotoxicology of similar products.

<b>Acute Toxicity</b>	: Practically non toxic: LC/EC/IC50 > 100 mg/l (to aquatic organisms)
<b>Mobility</b>	: Contains volatile components. Evaporates extremely rapidly from water or soil surfaces.
<b>Persistence/degradability</b>	: Inherently biodegradable. Oxidises rapidly by photo-chemical reactions in air.
<b>Bioaccumulation</b>	: Does not bioaccumulate significantly.

---

### 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

<b>Material Disposal</b>	: Do not discharge into areas where there is a risk of forming an explosive mixture with air.
<b>Local Legislation</b>	: Disposal should be in accordance with applicable regional, national, and local laws and regulations. Local regulations may be more stringent than regional or national requirements and must be complied with.

---

### 14. TRANSPORT INFORMATION

## Material Safety Data Sheet

### US Department of Transportation Classification (49CFR)

Identification number UN 1971  
Proper shipping name Natural gas, compressed  
Class / Division 2.1

### IMDG

Identification number UN 1971  
Proper shipping name NATURAL GAS, COMPRESSED  
Class / Division 2.1  
Marine pollutant: No

### IATA (Country variations may apply)

Identification number UN 1971  
Proper shipping name Natural gas, compressed  
Class / Division 2.1

---

## 15. REGULATORY INFORMATION

The regulatory information is not intended to be comprehensive. Other regulations may apply to this material.

### Federal Regulatory Status

#### Comprehensive Environmental Release, Compensation & Liability Act (CERCLA)

Natural Gas ()	Reportable quantity: 100 lbs
Natural gas (8006-14-2)	Reportable quantity: 100 lbs
Methane (74-82-8)	Reportable quantity: 100 lbs
Propane (74-98-6)	Reportable quantity: 100 lbs
Ethane (74-84-0)	Reportable quantity: 100 lbs
Hydrogen Sulphide (7783-06-4)	Reportable quantity: 100 lbs

#### Clean Water Act (CWA) Section 311

Hydrogen Sulphide (7783-06-4)	Reportable quantity: 100 lbs
-------------------------------	------------------------------

#### SARA Hazard Categories (311/312)

Immediate (Acute) Health Hazard. Fire Hazard. Sudden Release of Pressure Hazard.

#### SARA Extremely Hazardous Substances (302/304)

**Material Safety Data Sheet**

**Natural Gas**  
MSDS# 3028  
Version 2.0  
Effective Date 11/23/2009  
According to OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200

Hydrogen Sulphide (7783-06-4)      Reportable quantity: 100 lbs  
Hydrogen Sulphide (7783-06-4)      Threshold Planning Quantity: 500 lbs

**State Regulatory Status**

**California Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act (Proposition 65)**

This material does not contain any chemicals known to the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.

**New Jersey Right-To-Know Chemical List**

Natural gas (8006-14-2)	Listed.
	Listed.
	Listed.
	Listed.
	Listed.
	Listed.
	Listed.
	Listed.
Methane (74-82-8)	Listed.
	Listed.
	Listed.
Propane (74-98-6)	Listed.
Ethane (74-84-0)	Listed.
Hydrogen Sulphide (7783-06-4)	Listed.
Butane (106-97-8)	Listed.

**Pennsylvania Right-To-Know Chemical List**

Natural gas (8006-14-2)	Listed.
Methane (74-82-8)	Listed.
Propane (74-98-6)	Listed.
Ethane (74-84-0)	Listed.
Hydrogen Sulphide (7783-06-4)	Environmental hazard.
	Listed.
Butane (106-97-8)	Listed.

---

**16. OTHER INFORMATION**

**MSDS Version Number** : 2.0  
**MSDS Effective Date** : 11/23/2009

---

**Material Safety Data Sheet**

**Natural Gas**  
MSDS# 3028  
Version 2.0  
Effective Date 11/23/2009  
According to OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR  
1910.1200

- MSDS Revisions** : A vertical bar (|) in the left margin indicates an amendment from the previous version.
- MSDS Regulation** : The content and format of this MSDS is in accordance with the OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200.
- MSDS Distribution** : The information in this document should be made available to all who may handle the product.
- Disclaimer** : The information contained herein is based on our current knowledge of the underlying data and is intended to describe the product for the purpose of health, safety and environmental requirements only. No warranty or guarantee is expressed or implied regarding the accuracy of these data or the results to be obtained from the use of the product.

# ANEXO L. MSDS Etilenglicol

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ETILENGLICOL

Rótulo NFPA



Rótulos UN

Fecha Revisión: 21/03/2005

### SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

<b>Nombre del Producto:</b>	ETILENGLICOL
<b>Sinónimos:</b>	Anticongelante; Monoetilenglicol; 1, 2-Etanodiol; Etileno dihidrato; Glicol; 1, 2-Etanodiol; 1, 2-Dihidroxietano.
<b>Fórmula:</b>	CH <sub>2</sub> OHCH <sub>2</sub> OH
<b>Número interno:</b>	
<b>Número UN:</b>	N.R.
<b>Clase UN:</b>	
<b>Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:</b>	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.
<b>Teléfonos de Emergencia:</b>	

### SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

Componente	CAS	COMPONENTES		
		TWA	STEL	%
Etilenglicol	107-21-1	N.R. (ACGIH 2004)	C 100 mg/m <sup>3</sup> (H) (ACGIH 2004)	99-100

**Uso:** Usado como anticongelante, humectante, plastificante, fluido hidráulico, solvente, agente transmisor de calor en tubos refrigerantes y electrónicos, usado en la síntesis de fibras poliéster como polietileno tereftalato, productos cosméticos, lacas, tintas de imprenta, para madera y para cueros.

### SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

#### VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

¡Advertencia! Nocivo o fatal si se ingiere. Dañino si se inhala o absorbe a través de la piel. Puede provocar reacción alérgica de la piel. Puede causar irritación a la piel, ojos y tracto respiratorio. Afecta el sistema nervioso central.

#### EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

<b>Inhalación:</b>	La inhalación del vapor no es por lo general un problema a menos que se caliente o nebulice. La exposición a los vapores en un período largo de tiempo causa irritación de la garganta y dolor de cabeza. Puede causar náuseas, vómitos, mareos y somnolencia. Puede también ocurrir edema pulmonar y depresión del sistema nervioso central. Cuando se calienta o nebuliza, produce movimientos rápidos e involuntarios de los ojos y coma.
<b>Ingestión:</b>	Los síntomas iniciales de dosis masivas asemejan la intoxicación con alcohol, pasando a depresión del SNC, vómitos, dolor de cabeza, frecuencia respiratoria y cardíaca rápida, presión sanguínea disminuida, estupor, colapso e inconsciencia con convulsiones. La muerte puede seguir por falla respiratoria o paro cardiovascular. La dosis letal en humanos: 100 ml.
<b>Piel:</b>	Puede ocurrir una ligera irritación y penetración en la piel.

ETILENGLICOL  
CISPROQUIM 1

<b>Ojos:</b>	Las salpicaduras pueden causar irritación, dolor, daño ocular.
<b>Efectos crónicos:</b>	Voluntarios expuestos a aproximadamente 30 mg/m <sup>3</sup> (12 ppm), 22 hr/día por 28 días experimentaron únicamente moderada irritación en la garganta, ligero dolor de cabeza y débil dolor de espalda. Trabajadores expuestos al vapor y neblina del Etilenglicol calentado alrededor de 100 °C experimentaron frecuentes ataques de inconsciencia y disturbios visuales. El producto contenía 40% Etilenglicol, 55% ácido bórico y 5% de amonio. En estudio con animales indicó que ingestión repetida causa la formación de cálculos en la vejiga y daño en el riñón. Se reportaron casos de sensibilización de la piel en gente ocupacionalmente expuesta a este químico durante el pulimento y corte de lentes de vidrio.

#### SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

<b>Inhalación:</b>	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
<b>Ingestión:</b>	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
<b>Piel:</b>	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica
<b>Ojos:</b>	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
<b>Nota para los médicos:</b>	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

#### SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

<b>Punto de inflamación (°C):</b>	111 c.c.
<b>Temperatura de autoignición (°C):</b>	398
<b>Límites de inflamabilidad (%V/V):</b>	3.2 - 15.3
<b>Peligros de incendio y/o explosión:</b>	Peligro de incendio leve a moderado cuando se expone al calor o las llamas. Puede formar mezclas explosivas con el aire a temperaturas por encima del punto de ignición. Los contenedores pueden explotar al calentarse. A temperatura mayor de 100 °C el vapor se oxida formando ácidos en el ambiente. Los vapores son más pesados que el aire y pueden viajar grandes distancias y acumularse en áreas confinadas.
<b>Medios de extinción:</b>	Espuma tipo alcohol, dióxido de carbono, polvo químico seco. El agua o la espuma pueden causar espumación. Se recomienda el agua en forma de rocío para refrigerar los contenedores.
<b>Productos de la combustión:</b>	Monóxido de carbono, dióxido de carbono.
<b>Precauciones para evitar incendio y/o explosión:</b>	Evitar el calentamiento excesivo. Mantener los recipientes bien cerrados. Conectar a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas.
<b>Instrucciones para combatir el fuego:</b>	Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección

**Instrucciones para combatir el fuego:**

Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Retirar los contenedores si no hay riesgo. Manténerlos refrigerados con agua en forma de rocío desde una distancia segura. Alejarse del área.

**SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**

Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Absorber con tierra u otro material no combustible y disponer en contenedores limpios, secos y con cierre hermético. Construir diques para prevenir la contaminación. Limpiar con agua los residuos remanentes.

ETILENGLICOL  
CISPROQUIM 2

**SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**Manejo:** Evitar la generación de polvo. Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Evitar el daño físico en los contenedores.

**Almacenamiento:** Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición (y de la acción directa de los rayos solares). Separado de materiales incompatibles. Rotule los recipientes adecuadamente. Limite la cantidad de material en almacenamiento, alejado de combustibles y oxidantes, a temperatura ambiente. Contenedores de acero cubiertos con resina, de aluminio o de acero inoxidable, deben permanecer cerrados y debidamente etiquetados. Conecte a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosiones.

**SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL**

**Controles de ingeniería:** Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Debe disponerse de duchas y estaciones lavajos.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

**Protección de los ojos y rostro:** Utilizar gafas protectoras contra productos químicos.

**Protección de piel:** Usar guantes protectores de caucho y ropa limpia para cubrir el cuerpo.

**Protección respiratoria:** Respirador con filtro para vapores orgánicos.

**Protección en caso de emergencia:** Equipo de respiración autocontenido (SCBA) y ropa de protección TOTAL.

**SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

**Apariencia, olor y estado físico:** Líquido viscoso, incoloro y casi inodoro. De olor suave, sabor ligeramente dulce.

**Gravedad específica (Agua=1):** 1.10 / 20 °C

<b>Apariencia, olor y estado físico:</b>	Líquido viscoso, incoloro y casi inodoro. De olor suave, sabor ligeramente dulce.
<b>Gravedad específica (Agua=1):</b>	1.10 / 20 °C
<b>Punto de ebullición (°C):</b>	197.6 a 760 mmHg
<b>Punto de fusión (°C):</b>	-13
<b>Densidad relativa del vapor (Aire=1):</b>	2.14
<b>Presión de vapor (mm Hg):</b>	0.05 / 20 °C
<b>Viscosidad (cp):</b>	21 a 20 °C.
<b>pH:</b>	Neutro.
<b>Solubilidad:</b>	Soluble en agua, alcoholes alifáticos y acetona. Poco solubilidad en benceno, tolueno, diclorometano y cloroformo.

## SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

<b>Estabilidad química:</b>	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación. No se polimeriza. Es higroscópico.
<b>Condiciones a evitar:</b>	Calor, llamas, fuentes de ignición, agua (absorbe rápidamente) e incompatibles.
<b>Incompatibilidad con otros materiales:</b>	Agentes oxidantes fuertes. Reacciona violentamente con ácido clorosulfónico, oleum, ácido sulfúrico, ácido perclórico. Produce ignición a temperatura ambiente con trióxido de Cromo, permanganato de potasio y peróxido de sodio. Produce ignición a 100 °C con dicromato amónico, clorato de plata, cloruro de sodio y nitrato de uranio.
<b>Productos de descomposición peligrosos:</b>	Cuando se calienta hasta la descomposición puede formar dióxido y monóxido de carbono. Puede producir humos acres y vapores irritantes cuando se calienta hasta la descomposición.
<b>Polimerización peligrosa:</b>	No ocurrirá.

## SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DL50 (oral, rata): 4700 mg/Kg.

ETILENGLICOL  
CISPROQUIM 3

DL50 (oral, ratón)=14600 mg/Kg.  
DL50 (oral, conejo)= 5000 mg/Kg.  
DL50 (oral, conejillo de indias)= 8200 mg/Kg.  
DL50 (oral, perro)= Mayor a 8810 mg/Kg.  
DL50 (intraperitoneal, ratón)=5800 mg/Kg.  
DL50 (subcutánea, piel)=10000 mg/Kg.

Toxicidad apreciable. Irritante. La ingestión causa desórdenes del sistema nervioso. Por intoxicación crónica daña gravemente los riñones y el cerebro. Dosis letal humanos: 100ml. Puede causar efectos teratogénicos. Es clasificado como no cancerígeno por IARC y NTP.

## SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad neces-

DL50 (subcutánea, piel)= 10000 mg/kg.

Toxicidad apreciable. Irritante. La ingestión causa desórdenes del sistema nervioso. Por intoxicación crónica daña gravemente los riñones y el cerebro. Dosis letal humanos: 100ml. Puede causar efectos teratogénicos. Es clasificado como no cancerígeno por IARC y NTP.

---

## **SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

Toxicidad peces:

CL50 > 100 ppm/48 h/Shrimp/Água salada. Toxicidad acuática = 100-1000/96h/agua fresca. DBO5= 16-68%

Cuando se elimina en el suelo, se espera que este material se biodegrade rápidamente. Cuando se elimina en el suelo, se espera que este material se filtre en las aguas subterráneas. No se espera que este material se evapore significativamente cuando se elimina en el suelo. Cuando se elimina en el agua, se espera que este material se biodegrade rápidamente. Cuando se elimina en el agua, se espera que este material tenga una vida media entre 1 y 10 días. No se espera que este material se bioacumule significativamente. Este material tiene un coeficiente logarítmico de repartición octanol-agua inferior a 3.0. No se espera que este material se evapore significativamente cuando se elimina en el agua. Cuando se elimina en el aire, se espera que este material se degrade rápidamente por la reacción con los radicales hidroxílicos producidos fotoquímicamente. Cuando se elimina en el aire, se espera que este material tenga una vida media entre 1 y 10 días.

---

## **SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN**

Debe tenerse presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos para su adecuada eliminación.

---

## **SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE**

No está clasificado y regulado para el transporte de materiales peligrosos.

---

## **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.

2. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.

3. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.

---

## **SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES**

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.

**Bibliografía**

---