

**PLAN DE SEGURIDAD AL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN
SITIO, MEDIANTE GENERACION CON GAS PARA EL CAMPO LISAMA DE
LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.**

RUBEN ALONSO GONZALEZ HERRERA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2018

**PLAN DE SEGURIDAD AL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN
SITIO, MEDIANTE GENERACION CON GAS PARA EL CAMPO LISAMA DE
LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.**

RUBEN ALONSO GONZALEZ HERRERA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE ESPECIALISTA EN
INGENIERIA DEL GAS**

DIRECTOR

JULIO CESAR PEREZ ANGULO

Especialista en Ingeniería de Gas

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2018

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
1. CENTRO DE GENERACIÓN LA LISAMA.....	13
1.1 Generalidades.....	13
1.2 Sistema de Distribución de Energía Eléctrica.....	15
1.3 Generación de Energía Eléctrica.....	16
1.4 Obras asociadas al suministro de gas natural.....	17
1.5 Aspectos Técnicos: Características de la carga.....	17
1.6 Metodología para la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos por actividad económica.....	17
1.7 Método FINE:.....	18
1.8 Método INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España):.....	18
1.9 BS 8800:.....	18
1.10 Normas de seguridad resolución 2400/1979.....	19
2. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA OPERACIÓN EN EL CIRCUITO DEL GAS.....	21
2.1 Riesgo.....	21
2.2 Factores de riesgos.....	21
2.3 Factores de riesgo mecánico.....	21
2.4 Factores de riesgo eléctrico.....	22
2.5 Factores de riesgo químico.....	22
2.6 Factores de riesgo físico.....	23
2.7 Factores de riesgo biológico.....	23
2.8 Factores de riesgo ergonómico.....	24
2.9 Factores de riesgo sicosocial.....	24
2.10 Factor de riesgo locativo.....	24
2.11 Factores de riesgo Físico – Químico.....	25

2.12	Factores de riesgo público.....	25
3.	METODO WILLIAM T. FINE.....	26
3.2	Valoración de factores de riesgo.....	27
3.3	Exposición.	27
3.4	Probabilidad.	27
3.5	Consecuencia.	27
3.6	Grado de peligrosidad.....	28
3.7	Factor de ponderación.....	29
3.8	Grado de repercusión.	29
3.9	Importancia de utilizar una Metodología para la organización.....	30
4.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	31
4.1	MATRIZ DE RIESGOS.....	50
5.	PLAN DE SEGURIDAD.....	52
5.1	Soluciones relacionadas con capacitación.....	52
5.2	Medidas relacionadas con mantenimiento.....	53
6.	RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	55
6.1	Medida adicional.....	55
6.2	Medidas de intervención y controles.....	55
7.	CONCLUSIONES.....	60
8.	RECOMENDACIONES.....	61
	BIBLIOGRAFIA.....	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala de valoración para factores de riesgo.....	29
Tabla 2. Factor de ponderación.....	28
Tabla 3. Grado de peligrosidad y grado de repercusión.....	48
Tabla 4. Factores de riesgo.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación CG Lisama.....	13
Figura 2. Diagrama unifilar CG Lisama.....	14
Figura 3. Válvulas de seguridad (P.S.V.).....	33
Figura 4. Contador de platina.....	34
Figura 5. Válvulas de media, tres cuartos y 1 pulgadas sin tapón.....	35
Figura 6. Válvulas sin mango.....	37
Figura 7. Piro tubos del tratador térmico.....	39
Figura 8. Tea sin piloto.....	40
Figura 9. Tanque con químicos.....	41
Figura 10. Panorama de la estación sin señalización.....	43
Figura 11. Sistema de control de compresores.....	45

RESUMEN

TITULO: PLAN DE SEGURIDAD AL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN SITIO, MEDIANTE GENERACION CON GAS PARA EL CAMPO LISAMA DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A*.

AUTOR: RUBEN GONZALEZ**

PALABRAS CLAVES

Gas, riesgo, exposición, probabilidad, consecuencia,

DESCRIPCIÓN:

Con este proyecto se realizó un plan de seguridad al suministro de energía eléctrica en sitio, mediante generación con gas para el campo Lisama. El estudio partió de una minuciosa identificación de los riesgos asociados a la operación en el circuito del gas, se identificaron, localizaron y valoraron los riesgos de una forma sistematizada y organizada dentro de un contexto operativo, para cada uno de estos riesgos identificados se realizó el cálculo de las variables: consecuencia, probabilidad y exposición; ya determinadas estas variables se calculó el grado de peligrosidad, y el grado de repercusión, como indicador que refleja la incidencia del riesgo con la población expuesta.

Como resultado del análisis descrito se encontraron catorce riesgos, de estos, ocho se clasificaron dentro del factor de riesgo mecánico, dos como químico, dos físico, uno locativo y uno biomecánico; el grado de peligrosidad calculado, para tres riesgos se sitúa dentro del grado bajo, para siete riesgos como medio, y para los cuatro restantes como alto. En la escala del grado de repercusión ocho riesgos se ubican en grado medio y los demás en grado bajo.

El desarrollo del proyecto permitió proponer medidas de intervención, según el análisis de los riesgos encontrados, para establecer controles específicos, en la fuente, medio o individuo, que permitan eliminar o disminuir el impacto de los riesgos.

* Trabajo de grado de Grado de Especialización.

** Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Escuela de ingeniería Petróleos, Especialización en Ingeniería del Gas. Director: Ing. Julio Pérez

SUMMARY

TITULO: SAFETY PLAN TO SUPPLY ELECTRICAL ENERGY IN SITE, THROUGH GAS GENERATION FOR THE LISAMA FIELD OF REGIONAL MANAGEMENT MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A*.

AUTHOR: RUBEN GONZALEZ **

KEY WORDS

Gas, risk, exposure, probability, consequence.

DESCRIPTION

With this project, a security plan was realized to the electrical power supply in place, by means of gas generation for the Lisama field. The study was based on a thorough identification of the risks associated with the operation in the gas circuit, the risks were identified, located and assessed in a systematized and organized way within an operational context, for each of these identified risks was performed Calculation of the variables: consequence, probability and exposure; The degree of hazard and the degree of repercussion were calculated as an indicator that reflects the incidence of risk with the exposed population.

As a result of the analysis described, fourteen risks were found; of these, eight were classified within the mechanical risk factor, two as chemical, two physical, one locative and one biomechanical; The degree of hazard calculated, for three risks is within the low grade, for seven risks as a means, and for the remaining four as high. In the scale of the degree of repercussion, eight risks are located in the middle degree and the others in the lower degree.

The development of the project made it possible to propose measures of intervention, according to the analysis of the risks encountered, to establish specific controls, at the source, medium or individual, to eliminate or reduce the impact of the risks.

* Degree of Specialization

** Faculty of physicochemical engineering, School of Petroleum Engineering, Specialization in Gas Engineering Director Ing. Julio Pérez

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de monografía realizará el plan de seguridad al suministro de energía eléctrica en sitio, mediante generación con gas para el campo Lisama de la gerencia regional magdalena medio de Ecopetrol s.a. ubicado en el corregimiento la Fortuna del municipio de san Vicente de chucuri, operado por la empresa COPOWER.

Colombia es un país que cuenta con reservas considerables de gas. Algunos campos de Ecopetrol no cuentan con generación de energía eléctrica con gas. Ecopetrol en busca de la optimización de recursos energéticos busca darle utilidad al gas, debido a que el exceso de gas se quema. Se requiere disminuir los costos de generación Eléctrica.

Existen experiencias de buenos resultados en centros de generación con gas, como resultado de esto se están implementando más generadores con este combustible. Es muy importante resaltar que los campos cuentan con el gas necesario para abastecer la generación de energía eléctrica.

El centro de generación Lisama no cuenta con un plan de seguridad que permita identificar y reducir los riesgos del suministro de energía eléctrica mediante generación con gas, formando la necesidad de realizar un estudio de riesgos y establecer actividades para la intervención activa que los identifiquen y los evite.

Se realizara el estudio de los sistemas de suministro de energía eléctrica en sitio, mediante generación con gas, recopilando información que permite la programación de las actividades con el fin de localizar e identificar los riesgos, el grado de peligrosidad y calcular el grado de repercusión, para cada uno de los riesgos, que se encuentren en el centro de generación presentes en el

campo de Lisama buscando la posibilidad por medio de planes de seguridad, eliminar los riesgos y las medidas que permitan reducir el grado de repercusión.

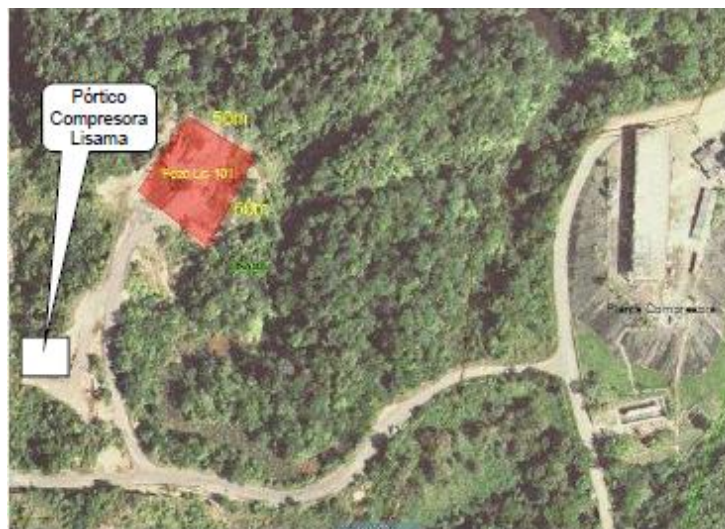
1. CENTRO DE GENERACIÓN LA LISAMA

Esta es una descripción detallada del centro de generación Lisama lugar donde se realizara el proyecto del plan de seguridad al suministro de energía eléctrica en sitio, mediante generación con gas.

1.1 GENERALIDADES

El campo está ubicado en el corregimiento La Fortuna del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander, a una altitud promedio de 150msnm, temperatura entre 25°C y 40°C, promedio 33°C. El área disponible para este CG está ubicada en los alrededores de la actual Estación Compresora Lisama, (Figura 1).

Figura 1. Ubicación CG Lisama.

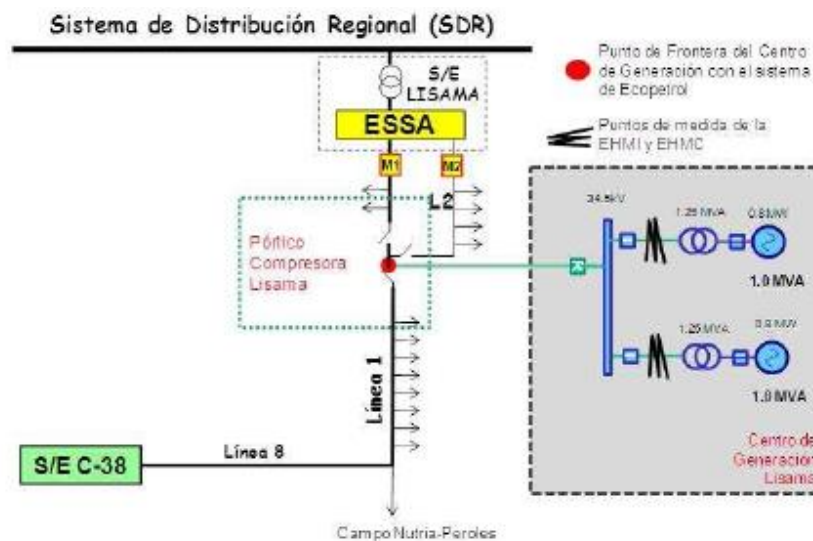


Fuente: ECOPETROL S.A. (No. 50024788). Suministro de energía eléctrica en sitio mediante generación con gas para los campos de la gerencia regional magdalena medio de ecopetrol S.A.

Centros de Consumo: Estaciones de recolección de crudo con motores de 200HP, Planta de Inyección de Agua futura, y pozos productores de crudo tipo Bombeo Mecánico principalmente y algunos tipo PCP, accionados estos últimos por motores eléctricos de capacidad máxima de 100HP. Dentro de las actividades a desarrollar debe incluirse la construcción de las líneas en cable aislado 34.5kV para interconexión con el sistema eléctrico de ECP como se indica en la figura 2 en el pósito eléctrico ubicado a 500m de la compresora Lisama.¹

Configuración CG (Centro de Generación)

Figura 2. Diagrama unifilar CG Lisama



Fuente: ECOPETROL S.A. (No. 50024788). Suministro de energía eléctrica en sitio mediante generación con gas para los campos de la gerencia regional magdalena medio de ecopetrol S.A.

Energía Horaria Mínima a Instalar

1

ECOPETROL S.A. (No. 50024788). Suministro de energía eléctrica en sitio mediante generación con gas para los campos de la gerencia regional magdalena medio de ecopetrol S.A. *Especificaciones técnicas*, 26.

CAMPO LISAMA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EHMI MWh	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

Energía Horaria Mínima Contratada

CAMPO LISAMA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EHMC MWh	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44

1.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las líneas eléctricas para entregar la energía podrán ser aéreas o subterráneas. Las líneas aéreas de 34.5kV incluyen los equipos de protección de sobre corriente en el punto de arranque de las líneas en el CG y los elementos de protección contra descargas atmosféricas (DPS). La longitud estimada de las líneas a construir es de 100m.

Las líneas eléctricas son diseñadas de acuerdo con la norma técnica colombiana y asegurando el cumplimiento del RETIE. Los diseños son avalados por ECOPETROL. Como parte del estándar de ECOPETROL, se incluye: Protección contra sobretensiones (DPS) estructura por medio; en todas las estructuras se aterrizará el cable de guarda; todos los elementos metálicos de la estructura se aterrizarán al cable de guarda. Los postes de concreto son mínimo 14m y 750kg. El cable de guarda es de acero galvanizado diámetro 5/16".

Se suministran e instalan los equipos de interrupción bajo falla con sus respectivos sistemas de control y seccionadores de corte visible aguas arriba y abajo del mismo. La capacidad mínima de interrupción de los elementos de corte será la establecida en el estudio de cortocircuito y la capacidad nominal es mínimo de 600Amp y nivel de aislamiento (BIL) mínimo de 170kV. Se

construye un ramal desde el barraje central del pórtico de la Compresora Lisama hasta el CG.²

1.3 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica o lumínica, entre otras), en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico. La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan. Explicado de otro modo, difiere en qué fuente de energía primaria utiliza para convertir la energía contenida en ella, en energía eléctrica³.

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se clasifican en químicas cuando se utilizan plantas de radioactividad, que generan energía eléctrica con el contacto de esta, termoeléctricas (de carbón, petróleo, gas, nucleares y solares termoeléctricas), hidroeléctricas (aprovechando las corrientes de los ríos o del mar: mareomotrices), eólicas y solares fotovoltaicas. La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los dos primeros tipos de centrales reseñados. Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un alternador de corriente, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada.

² ECOPETROL S.A. (No. 50024788). Suministro de energía eléctrica en sitio mediante generación con gas para los campos de la gerencia regional Magdalena Medio de Ecopetrol S.A. *Especificaciones técnicas*, 26.

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica

1.4 OBRAS ASOCIADAS AL SUMINISTRO DE GAS NATURAL

Las obras correspondientes al suministro de gas natural serán en un punto de la Planta Compresora Lisama. El gas que ECOPETROL suministra es el asociado a la producción de los pozos. La cromatografía del gas a suministrar se indica a continuación:

1.5 ASPECTOS TÉCNICOS: CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

Tipo: Pozo productor de crudo con Bombeo Mecánico: 90% de los pozos del campo tienen unidades tipo balancín accionadas por motor eléctrico; sólo el 20% de estos controlado por variador de velocidad con filtro de armónicos.

Cantidad Pozos: 78

Potencia promedio por motor 40HP

Tipo: Pozo productor de crudo con bombas de cavidades progresivas – PCP: 10% de los pozos. Accionamiento por motor eléctrico controlado por variador de velocidad con filtro de armónicos.

Cantidad Pozos: 8

Potencia promedio por motor 100HP

Tipo: Facilidades de bombeo de crudo

Potencia motor: 200HP

Sistema de inyección: Bombas y motor eléctrico

Potencia motor: 400HP

1.6 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, se requiere de un proceso sistemático, que puede ser orientado desde diferentes metodologías, existentes para tal fin. Este proceso permite generar información acerca de los peligros y riesgos en los diferentes procesos y actividades de la empresa, para así prevenir los daños a la salud de quienes allí laboran. Existen actualmente diferentes metodologías para realizar este proceso, dentro de las que se encuentran:

1.7 MÉTODO FINE:

Procedimiento originalmente previsto para el control de los riesgos, en el que las medidas para la reducción de los mismos eran de costos. Este método probabilístico, permite calcular el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado, a través de una fórmula matemática que vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo.

1.8 MÉTODO INSHT (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO DE ESPAÑA):

Pretende facilitar la tarea de evaluación de riesgos a partir de la verificación y control de las posibles deficiencias en los lugares de trabajo. Implementa cuestionarios de chequeo.

1.9 BS 8800:

En el Reino Unido, la British Standards Institution (BSI) es el cuerpo nacional independiente responsable de preparar las normas británicas. El BSI desarrolló en 1996 la guía para los sistemas de gestión de la seguridad y salud laboral, titulada “Guide to occupational health and safety management systems” (BS

8800:1996), basada en la norma ISO 14001: 1996 sobre sistemas de gestión medioambiental, que se encontraba en preparación en dicho momento. La Norma BS 8800:1996 plantea principios básicos fundamentales como:

La Política de Seguridad y Salud en el Trabajo: acompañada de una revisión del estado inicial y periódico.

La Organización: con sus responsabilidades, disposiciones de la organización y documentación.

Planificación e Implantación: contiene su evaluación de riesgos así como los requerimientos legales y otros.

Desempeño de medidas: brinda el desarrollo de las medidas a adoptar en el sistema.

Auditoría: verifica la conformidad de las disposiciones planificadas, el desempeño de las medidas adoptadas y su adecuada implantación.

Revisión periódica del estado: importante para una mejora continua del sistema. La Guía BS 8800 se caracteriza por su carácter recomendatorio más que obligatorio, lo que le permite ser flexible a la hora de su implantación.⁴

1.10 NORMAS DE SEGURIDAD RESOLUCIÓN 2400/1979

Artículo 77. Cuando se opere con sustancias irritantes y nocivas, como pintura a pistola, soldadura en espacios cerrados, limpieza abrasiva con arena, metalizado, molienda de material seco, desmóldelo de piezas fundidas, recubrimiento metálico, limpieza de metales en tanques, será necesaria la instalación de sistemas de ventilación local exhaustivas.

Artículo 111. En los trabajos de soldaduras u otros que conlleven el riesgo de emisión de radiaciones ultravioletas en cantidad nociva, se tomaran las precauciones necesarias para evitar la difusión de dichas radiaciones o

⁴ SENA. (2016). Planificación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. *Planificación del Sistema de Gestión*, 11-12.

disminuir su producción, mediante la colocación de pantallas alrededor del punto de origen o entre este y los puestos de trabajo. Siempre deberá limitarse al mínimo la superficie sobre la que incidan estas radiaciones.

Artículo 154. En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc. Y vapores fácilmente inflamables, con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijaran los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire (P.P.M.) en peso en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire (g/m^3) o en millones de partículas por pie cúbico de aire (M.P.P.P.3) de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales o el ministerio de salud.

Artículo 155. Para obtener en los establecimientos de trabajo un medio ambiente que no perjudique la salud de los trabajadores, por los riesgos químicos a que están expuestos, se deberán adoptar todas las medidas necesarias para controlar en forma efectiva los agentes nocivos aplicando uno o varios de los siguientes métodos: sustitución de sustancias, ventilación general, ventilación local exhaustiva y mantenimiento.

Artículo 167. En los establecimientos de trabajo se tomaran medidas de prevención contra las explosiones o incendios producidos por gases o vapores inflamables, por medio de los siguientes procedimientos:

- a) Evitando la elevación de la temperatura.
- b) Almacenándolos en tanques subterráneos en recipientes de seguridad.
- c) Eliminando las fuentes de ignición por medio del arreglo de procesos, lámparas con cubierta a prueba de vapor, equipo eléctrico a prueba de chispas controlando la electricidad estática.

- d) Evitando en los métodos de manejo los derrames y las fugas.
- e) Empleando en algunos procesos especiales, gases fuertes como el bióxido de carbono o el nitrógeno, para producir una atmosfera incombustible.⁵

2. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA OPERACIÓN EN EL CIRCUITO DEL GAS

2.1 RIESGO

Es la probabilidad de que un determinado suceso se produzca en un determinado periodo de tiempo. En el contexto preventivo se refiere a la probabilidad de que se produzcan sucesos negativos indeseables y antieconómicos, tales como, fallas averías accidentes, lesiones enfermedades o catástrofes. En términos generales se refiere a los efectos o las consecuencias de los eventos.⁶

2.2 FACTORES DE RIESGOS

Se entiende bajo esta denominación, la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo. A continuación se describen los diferentes factores de riesgo.

2.3 FACTORES DE RIESGO MECÁNICO.

⁵

Ministerio de trabajo y seguridad social. (1979). *Resolución 2400* . Bogotá. Pico Merchan, M. E. (2008). Metodología de los panoramas de. *Departamento de salud publica*.

⁶ Niño silva Diego Fernando. 2010. Plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción la gloria, operada por la empresa Perenco Colombia Limited. Universidad Industrial de Santander.

Objetos, máquinas, equipos, herramientas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño o forma, tamaño, ubicación y disposición, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros y daños en los segundos.

Algunos de estos factores son:

- Caídas de altura
- Caídas a nivel
- Atrapamientos
- Golpes – pisadas – choques
- Caídas de objetos
- Gestos violentos

2.4 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO.

Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas y los equipos, instalaciones o materiales de estos, que al entrar en contacto con las personas pueden provocar lesiones o daños a la propiedad.

- Contacto indirecto
- Contacto directo
- Alta tensión
- Baja tensión
- Electricidad estática

2.5 FACTORES DE RIESGO QUÍMICO.

Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fracción, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueda incorporarse al aire ambiente y ser inhalada, entrar en contacto con la piel o ser ingerida, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades o exposición que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas.

- Aerosoles sólidos y líquidos

- Polvos
- Gases y vapores (No detectables órgano electrónicamente)
- Gases y vapores (Detectables electrónicamente)
- Líquidos
- Humos

2.6 FACTORES DE RIESGO FÍSICO.

Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad o tiempo de exposición. Se clasifican en:

- Energía mecánica: Ruido, vibraciones, presión barométrica
- Energía térmica: Calor, frío
- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes

2.7 FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICO.

Todos aquellos seres vivos ya sean de origen animal o vegetal y todas aquellas sustancias derivadas de los mismos, que pueden ser susceptibles de provocar efectos negativos en la salud de los trabajadores en la forma de procesos infecciosos, tóxicos o alérgicos se clasifican en:

- Animales
- Vegetales
- Fungales
- Protistas
- Mónica
- Virus

2.8 FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO.

Se refiere a todos los aspectos de la organización del trabajo, de la estación o puesto de trabajo y su diseño, que pueden alterar la relación del individuo con el objeto del trabajo produciendo problemas en la salud, en la secuencia de uso o la producción. Estos riesgos pueden ser:

- Sobrecarga
- Esfuerzos
- Postura habitual
- Diseño del puesto

2.9 FACTORES DE RIESGO SICOSOCIAL.

Se refieren a aquellos aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo y a las interrelaciones humanas, que al interactuar con factores humanos endógenos (edad, patrimonio genético, antecedentes psicológicos) y exógenos (vida familiar, cultura), tienen la capacidad potencial de producir cambios en el comportamiento (agresividad, ansiedad, insatisfacción) o trastornos físicos o psicosomáticos (fatiga, dolor de cabeza, espasmos musculares, alteraciones en ciclo de sueño, propensión a la úlcera gástrica, la hipertensión, la cardiopatía envejecimiento acelerado) su fuente depende de:

- Tipo de organización y métodos de trabajo
- Contenido de la tarea
- Organización del tiempo de trabajo
- Relaciones humanas
- Gestión
- Monotonía

2.10 FACTOR DE RIESGO LOCATIVO.

Condiciones de la zona geográfica, las instalaciones o áreas de trabajo, que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o

pérdidas para la empresa. Se incluyen las deficientes condiciones de orden y aseo, la falta de dotación, señalización o ubicación adecuada de extintores, la carencia de señalización de vías de evacuación, estado de vías de tránsito, techos, puertas, paredes.

2.11 FACTORES DE RIESGO FÍSICO – QUÍMICO.

Todos aquellos objetos, sustancias químicas, materiales combustibles y fuentes de calor que bajo circunstancias de inflamabilidad o combustibilidad, pueden desencadenar incendios y explosiones con consecuencias como lesiones personales, muertes, daños materiales y pérdidas. Los incendios se pueden generar por cualquiera de los siguientes agentes:

- Sólidos
- Líquidos
- Gases
- Eléctricos
- Combinaciones

2.12 FACTORES DE RIESGO PÚBLICO.

Son aquellas circunstancias de origen social y externas a la empresa, a las que se puede ver enfrentado el trabajador por razón de su oficio, tales como delincuencia, extorsión robo, asonada, condiciones de tránsito.

3. METODO WILLIAM T. FINE

El método Fine fue publicado por William T. Fine en 1971, como un método de evaluación matemática para control de riesgos. Propone el uso de la exposición o frecuencia con la que se produce la situación de riesgo desencadenantes de la secuencia del accidente y por otro lado la probabilidad de la situación de riesgo, llegue a ocurrir el accidente.

3.1 CALCULO FINE DE LA MAGNITUD DE RIESGO:

$$\textit{Exposición} = \frac{\textit{Situaciones de Riesgo}}{\textit{Tiempo}} \quad \textit{Ecuación: (1)}$$

$$\textit{Probabilidad} = \frac{\textit{Accidentes esperados}}{\textit{Situación de Riesgo}} \quad \textit{Ecuación: (2)}$$

$$\textit{Consecuencias} = \frac{\textit{Daño esperado}}{\textit{Accidente esperado}} \quad \textit{Ecuación: (3)}$$

Por lo tanto la magnitud del riesgo queda como el producto de los factores anteriores:

$$\textit{Magnitud de Riesgo (R)} = \frac{\textit{Daño esperado}}{\textit{Tiempo}} \quad \textit{Ecuación: (4)}$$

$$R = C \times E \times P \quad \text{Ecuación: (5)}$$

$$R = \frac{\text{Daño esperado}}{\text{Accidente esperado}} \times \frac{\text{Situaciones de Riesgo}}{\text{Tiempo}} \times \frac{\text{Accidentes esperados}}{\text{Situación de Riesgo}} \quad \text{Ecuación: (6)}$$

3.2 VALORACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

Se realiza mediante una valoración cuali – cuantitativa, utilizando una escala para los riesgos que generan patologías traumáticas, asignando un valor numérico de 1 a 10 para la exposición, probabilidad y consecuencia de cada uno de los riesgos.

3.3 EXPOSICIÓN.

La frecuencia con que se presenta la situación del riesgo que tratamos de evaluar, pudiendo ocurrir el primer acontecimiento que inicia la secuencia hacia los sucesos.

3.4 PROBABILIDAD.

Una vez presentada la situación de riesgo, se trata de evaluar la posibilidad de que los acontecimientos de la cadena, se completen en el tiempo.

Originándose los sucesos no deseados.

3.5 CONSECUENCIA.

El resultado más probable esperado a causa de la actualización del riesgo que se evalúa incluyendo daños personales y/o materiales.

La escala de valoración para factores de riesgo que generan accidentes de trabajo; modificada para el caso bajo estudio se observa en la tabla.

Tabla 1. Escala de valoración para factores de riesgo

⁷ Rubio Romero, J. C. (2004). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Obtenido de Libros: https://books.google.com.co/books?id=RmCXvUEqNh0C&pg=PA70&lpg=PA70&dq=CALCULOS+DE+CONSECUENCIA-PROBABILIDAD-EXPOSICION&source=bl&ots=LSOh31_3bq&sig=7zYT2DEM8HG2eIkIEXpK7RYn5o&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiqzJSc7aTLAhXIdx4KHa2yBQsQ6AEITTAJ#v=onepage&q=CALCULOS%2

VALOR	CONSECUENCIA
10	Muerte y/o daños superiores a 200 millones de pesos.
7	Lesiones incapacitantes permanentes y/o daños entre 20 y 200 millones de pesos.
4	Lesiones con incapacidad no permanente y/o daños entre 2 y 20 millones de pesos.
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o daños menores de 2 millones de pesos.
VALOR	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día.
7	Frecuentemente o una vez al día.
4	Ocasionalmente o una vez por semana.
1	Remotamente posible.
VALOR	PROBABILIDAD
10	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.
7	Es completamente posible nada extraño tiene una probabilidad de actualización del 50%.
4	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de actualización del 20%.
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad del 5%.

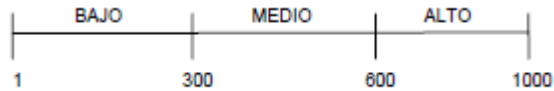
Fuente: Fernando, N. (2010). Plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción la gloria, operada por la empresa Perenco Colombia Limited

3.6 GRADO DE PELIGROSIDAD

Es un indicador de la gravedad de un riesgo reconocido, calculado con base en sus consecuencias ante la probabilidad de ocurrencia y en función del tiempo o la frecuencia de exposición al mismo. La fórmula para grado de peligrosidad es la siguiente:

$$G.P. = E \times P \times C \quad \text{Ecuación: (7)}$$

Una vez determinado el G.P. de cada riesgo se ubica dentro de una escala de grado de peligrosidad así:



3.7 FACTOR DE PONDERACIÓN.

El factor de ponderación se establece con base en los grupos de expuestos del número total de trabajadores, para este caso se tomó como 15 el número máximo de trabajadores expuestos, obteniendo el factor de ponderación como se muestra la tabla siguiente:

Tabla 2. Factor de ponderación

FACTOR DE PONDERACIÓN	% DE TRABAJADORES EXPUESTOS	NÚMERO DE TRABAJADORES EXPUESTOS
1	1 - 20 %	1 ; 3
2	21 - 40 %	4 ; 6
3	41 - 60 %	7 ; 9
4	61 - 80 %	10 ; 12
5	81 - 100 %	13 ; 15

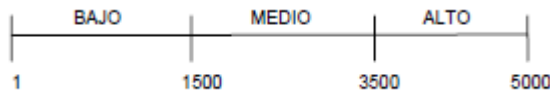
Fernando, N. s. (2010). Plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción la gloria, operada por la empresa Perenco Colombia Limited

3.8 GRADO DE REPERCUSIÓN.

El grado de repercusión de los riesgos es un indicador que refleja la incidencia de un riesgo con relación a la población expuesta. Permite visualizar claramente cual riesgo debe ser intervenido prioritariamente y resulta de multiplicar el valor del grado de peligrosidad por el factor de ponderación de cada riesgo.

$$G.R. = G.P. \times F.P. \quad \text{Ecuación: (8)}$$

Una vez calculado el grado de repercusión el valor obtenido se ubica dentro la siguiente escala. Obteniéndose la interpretación (alto, medio, bajo)



3.9 IMPORTANCIA DE UTILIZAR UNA METODOLOGÍA PARA LA ORGANIZACIÓN

La metodología utilizada para la valoración de los riesgos debería estructurarse y aplicarse de tal forma que ayude a la organización a:

- identificar los peligros asociados a las actividades en el lugar de trabajo y valorar los riesgos derivados de estos peligros, para poder determinar las medidas de control que se deberían tomar para establecer y mantener la seguridad y salud de sus trabajadores y otras partes interesadas;
- tomar decisiones en cuanto a la selección de maquinaria, materiales, herramientas, métodos, procedimientos, equipo y organización del trabajo con base en la información recolectada en la valoración de los riesgos;
- comprobar si las medidas de control existentes en el lugar de trabajo son efectivas para reducir los riesgos;
- priorizar la ejecución de acciones de mejora resultantes del proceso de valoración de los riesgos,
- demostrar a las partes interesadas que se han identificado todos los peligros asociados al trabajo y que se han dado los criterios para la implementación de las medidas de control necesarias para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.⁸

⁸ ICONTEC. (2016). Guía Técnica Colombiana GTC 45. *Guía Para La Identificación de los Peligros y La Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional*, 7-8.

4. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para realizar el procedimiento de Identificación de Peligros, Evaluación y Valoración de Riesgos, se debe tener en cuenta:

El inventario de:

- Procesos.
- Actividades rutinarias y no rutinarias.
- Maquinarias y equipos.
- Inventario de materias primas, insumos, químicos, productos intermedios y terminados, y residuos generados, para identificar agentes potencialmente cancerígenos.
- Sucursales o centros de trabajo.
- Trabajadores vinculados y terceros y aquellos que realizan actividades de alto riesgo en forma permanente.

Dado lo anterior se realizaron una serie de pasos para recolectar la información, reconociendo los procesos y actividades que se desarrollan en la empresa, incluyendo instalaciones, planta, personas y procedimientos, ya que dichos aspectos son indispensables para el desarrollo del análisis de riesgos.

A continuación se evidencian los catorce riesgos encontrados en la parte operativa, indicando resultados de los factores grado de peligrosidad y grado de repercusión, que hacen parte de la evaluación y valoración de los riesgos, según la metodología utilizada (**FINE**), en donde se especifican tres componentes para los cálculos de las fórmulas matemáticas, (exposición, probabilidad y consecuencia), debido a que esta metodología vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo.

Riesgo 1: Válvulas de seguridad (P.S.V.) sin mantenimiento en ninguno de los equipos como: separadores de producción, etapas de compresores, scrubber's.

Figura 3. Válvulas de seguridad (P.S.V.)



Descripción del riesgo: Se presenta una sobrepresión en un scrubber o un separador y la válvula de seguridad no actúa, lo que genera una explosión.

Factor de riesgo: Riesgo Mecánico

Exposición: 8. Son equipos que están en toda la estación y muy cerca de donde camina el personal de la estación.

Probabilidad: 10. Si hay una sobrepresión y la válvula de seguridad no actúa, la explosión del equipo sería inminente.

Consecuencia: 10. El costo del accidente sería alto y podría generar al menos una muerte y comprometer la operatividad y producción de la planta

Grado de peligrosidad: 800

Factor de ponderación: 4. Una explosión de esta magnitud afectaría a 10 personas

Grado de repercusión: 3200

Solución: Elaborar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y predictivo de las válvulas de seguridad.

Riesgo 2. Contador de platina y orificio del separador de prueba, presenta una pequeña fuga por la compuerta, mientras se cambia la platina.

Figura 4. Contador de platina



Descripción del Riesgo: Debido a la fuga de gas que se presenta en el contador mientras se cambia la platina, se origina un incendio.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 6. La platina de orificio se cambia cada 2 días en promedio.

Probabilidad: 5. Sería una coincidencia rara aunque es probable que ocurra un incendio, si se presenta una chispa mientras se cambia la platina, hay que tener en cuenta que la fuga se incrementa.

Consecuencia: 3. No generaría daños económicos importantes y no serían graves las quemaduras para el operador.

Grado de peligrosidad: 90

Factor de ponderación: 1. El cambio de platina siempre lo realiza una persona o dos.

Grado de repercusión: 90

Solución: Realizar una inspección del contador por un especialista para determinar si es posible corregir la fuga o es necesario cambiar el contador.

Riesgo 3. Válvulas de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y 1" sin tapón; ubicadas en diferentes líneas del circuito del gas, cabezas de pozo, o en la estación.

Figura 5. Válvulas de media, tres cuartos y 1 pulgada sin tapón



Descripción del riesgo: Al no tener tapón la válvula y ser de palanca se puede abrir accidentalmente, ocasionando una fuga de gas.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 7. La situación de riesgo es frecuente debido al continuo tránsito de personal cerca de las válvulas y la cantidad de válvulas sin tapón.

Probabilidad: 6. Como la palanca de la válvula está en posición horizontal, aumenta la posibilidad que sea movable, y cualquier persona que transite por el lugar puede abrir la válvula accidentalmente.

Consecuencia: 5. Se puede presentar un incendio.

Grado de peligrosidad: 210

Factor de ponderación: 2. En este incendio se pueden ver involucradas cinco personas, que se encuentren realizando un trabajo específico en el sitio como cambio de una válvula de seis o ocho pulgadas.

Grado de repercusión: 420

Solución: Realizar un inventario exhaustivo de los sitios donde hacen falta tapones, solicitarlos a bodega y mantener en la estación disponibles.

Riesgo 4. Algunas válvulas sin mango y otras demasiado duras.

Figura 6. Válvulas sin mango



Descripción del riesgo: Operador sufre un lumbago en la espalda, al abrir la válvula de succión de uno de los compresores, esta es muy dura y el trabajador queda en una posición incómoda para abrirla.

Factor de Riesgo: Ergonómico.

Exposición: 9. Esta labor se realiza varias veces al día cada que se pone en funcionamiento un compresor.

Probabilidad: 8. Es posible que ocurra debido a que es una labor de rutina.

Consecuencia: 5. Generaría una incapacidad por algunos días a la persona afectada.

Grado de peligrosidad: 360

Factor de ponderación: 1. Únicamente se vería afectada la persona que abre la válvula.

Grado de repercusión: 360

Solución: realizar una campaña de adecuación de mango de las válvulas de la estación, y engrase a las válvulas que se puedan engrasar.

Riesgo 5. No funciona el encendido electrónico de los pirotubos del tratador térmico y no existe un procedimiento escrito para el encendido manual de manera segura.

Figura 7. Pirotubos del tratador térmico



Descripción del riesgo: Se intenta encender los pirotubos del tratador térmico de manera inadecuada, sin ventilar la cámara de combustión.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 6. El tratador se requiere encender casi una vez por semana.

Probabilidad: 7. En la empresa han ocurrido accidentes en los que el operador ha sufrido quemaduras leves, y en una ocasión la explosión arrancó la tapa de una de las chimeneas.

Consecuencia: 10. Se origina una explosión, que podría ocasionar la destrucción del equipo y una incapacidad permanente o la muerte a los operadores que hacen la labor.

Grado de peligrosidad: 420

Factor de ponderación: 1. Dos personas son las que encienden el tratador y serían las involucradas en el accidente.

Grado de repercusión: 420

Solución: Realizar un procedimiento escrito claro, sobre el encendido de manera segura, de los pirotubos del tratador térmico y socializarlo con todo el personal vinculado a la operación; o habilitar el sistema de encendido electrónico.

Riesgo 6. Tea sin piloto.

Figura 8. Tea sin piloto.



Descripción del riesgo: Se requiere encender la tea, la única forma de hacerlo es manualmente por medio de dos poleas y una guaya por las que se sube un mechero encendido.

Factor de Riesgo: Químico

Exposición: 7. Es necesario encender la tea casi todos los días.

Probabilidad: 6. Si hay una acumulación de gas en el sitio, cuando el mechero llegue al nivel de la mezcla óptima, y encienda, la radiación puede afectar a las personas que están cerca.

Consecuencia: 9. la radiación generaría quemaduras de consideración a las persona que se encuentra en los alrededores.

Grado de peligrosidad: 378

Factor de ponderación: 2. La radiación puede afectar a quien enciende la tea y tres personas que estén laborando cerca.

Grado de repercusión: 756

Solución: instalar piloto de encendido electrónico a la tea.

Riesgo 7. Falta conciencia del uso de algunos de los elementos de protección personal, principalmente la máscara para vapores en el tanqueo de productos químicos.

Figura 9. Tanque con químicos.



Descripción del riesgo: Uno de los encargados del llenado de los tanques de químicos, realiza el trabajo sin el uso de la máscara para vapores.

Factor de riesgo: Químico

Exposición: 4. El envasado de productos químicos se realiza una vez por semana.

Probabilidad: 7. Si no se utilizan los elementos de protección personal suministrados por la empresa para la manipulación de productos químicos el trabajador puede sufrir una intoxicación por la inhalación del producto químico.

Consecuencia: 8. A la persona afectada se le ocasionaría una incapacidad por unos días, pero a largo plazo tendría repercusiones mayores.

Grado de peligrosidad: 224

Factor de ponderación: 2, Son cuatro las personas encargadas de realizar este trabajo.

Grado de repercusión: 448

Solución: Capacitar y concientizar al personal en el uso correcto e importancia de los elementos de protección personal.

Riesgo 8. Falta de marcación y señalización del sentido de flujo de las líneas.

Figura 10. Panorama de la estación sin señalización.



Descripción del riesgo: cometer un error operativo, cuando se esté realizando alguna maniobra de operación del generador.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. Se deben manipular válvulas a diario.

Probabilidad: 7. No sería nada extraño que sucediera, especialmente cuando llega personal nuevo a la estación.

Consecuencia: 9. El error genera que se desplace crudo hacia la tea ocasionando una contaminación ambiental, que tiene un alto costo por el despliegue del plan de contingencia.

Grado de peligrosidad: 567

Factor de ponderación: 3. Ocho personas, las que se encuentran en campo en el turno serían las afectadas.

Grado de repercusión: 1701

Solución: Realizar un programa de demarcación de las líneas con el sentido de flujo del gas en toda la estación.

Riesgo 9. El manual de operación de la estación no está actualizado, y no incluye el cambio en las facilidades luego de la entrada en operación de la planta de A.M.V.

Descripción del riesgo: Cometer un error operativo, como despresurizar a la tea, un anular de manera muy rápida.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. Cuando un operador nuevo ingresa a la estación no hay un programa adecuado de entrenamiento, que garantice claridad y entendimiento de los procedimientos operativos.

Probabilidad: 8. Es muy posible, que se presente este u otro error, se han presentado equivocaciones que principalmente han causado vertido de crudo a la piscina.

Consecuencia: 9. La despresurización rápida de un anular puede causar un daño a la tea que comprometa su integridad.

Grado de peligrosidad: 648

Factor de ponderación: 2. un accidente de este tipo puede afectar a cuatro personas que se encuentren laborando en el momento cerca a la tea.

Grado de repercusión: 1296

Solución: Elaborar un manual actualizado de la operación en la estación teniendo en cuenta los cambios recientes realizados luego la entrada en operación de la planta de A.M.V.

Riesgo 10. El sistema de control de sobrepresión de los compresores que está compuesto por un manómetro y un contacto de tope, trabaja des calibrado.

Figura 11. Sistema de control de compresores.



Descripción del riesgo: El mal estado del manómetro no apagaría el compresor por sobrepresión, ocasionando un daño catastrófico.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. El compresor generalmente trabaja las 24 horas del día, pues trabajan seis de los siete compresores.

Probabilidad: 7. Es posible que ocurra una sobrepresión, por daño en las válvulas de succión o descarga de una de las etapas.

Consecuencia: 10. Se puede presentar una explosión y un incendio.

Grado de peligrosidad: 630

Factor de ponderación: 3. Serían aproximadamente siete las personas afectadas por el suceso, cuatro técnicos de mantenimiento y los tres operadores de turno.

Grado de repercusión: 1890

Solución: Calibrar los manómetros, ajustar los topes por alta y baja presión y realizar pruebas de seguridades para verificar que si apagan los compresores.

Riesgo 11. No existe un sistema de agua contra incendio en la estación.

Descripción del riesgo: por una fuga de gas en cualquier sitio de la planta se presente un amago de incendio.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 4. En una planta como esta aun cuando se presentan fugas, es bajo el nivel de frecuencia con que se pueda presentar un incendio.

Probabilidad: 9. Si se presenta un amago no será posible eliminarlo únicamente con extintores y se puede convertir en un incendio.

Consecuencia: 10. Los daños generados por un incendio en cualquier sector de la planta superarían los 200 millones de pesos.

Grado de peligrosidad: 360

Factor de ponderación: 5. En este hecho se vería involucrado todo el personal de la estación.

Grado de repercusión: 1800

Solución: contratar un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema contra incendio en la estación, que permita tener un mejor criterio para definir si se construye o no.

Riesgo 12. Ruido en el área de generadores por encima de los 100 decibeles.

Descripción del riesgo: Técnico de mantenimiento realizando un servicio preventivo a uno de los generadores, utilizando únicamente una protección auditiva.

Factor de Riesgo: Físico

Exposición: 10. Cuando se está realizando un mantenimiento correctivo o preventivo el personal de mantenimiento está en el sitio toda la jornada laboral.

Probabilidad: 8. Es alta la probabilidad de que se genere pérdida de audición si no se utiliza la doble protección auditiva, para disminuir el nivel de ruido.

Consecuencia: 9. A largo plazo se originaría una lesión incapacitante permanente por pérdida de la audición.

Grado de peligrosidad: 720

Factor de ponderación: 3. Generalmente trabajan tres o cuatro personas en los mantenimientos pero el personal de producción también está expuesto al ruido.

Grado de repercusión: 2160

Solución: Hacer una campaña de concientización de uso de la doble protección auditiva, y realizar rotación del personal, por las estaciones donde es mas bajo el nivel de ruido.

Riesgo 13. Poca iluminación en los generadores y en todo el centro de generación en general.

Descripción del riesgo: caída de un operador del turno de la noche por deficiencia en la iluminación.

Factor de Riesgo: Físico

Exposición: 9. En el turno de la noche el operador debe hacer rondas continuamente por la estación, debido a que debe hacer registro cada media hora de los parámetros de operación.

Probabilidad: 9. Han ocurrido caídas con incapacidad por pocos días y cuasi accidentes, por falta de iluminación.

Consecuencia: 6. La caída podría generar una luxación que generaría una incapacidad no permanente.

Grado de peligrosidad: 486

Factor de ponderación: 3. En el mes cuatro personas, laboran en la noche.

Grado de repercusión: 1458

Solución: Hacer una reevaluación de la iluminación para optimizarla.

Riesgo 14. No hay rejillas de los cárcamos de aguas aceitosas.

Descripción del riesgo: caída a causa de una pasarela lisa.

Factor de Riesgo: Riego locativo.

Exposición: 9. Es continuo el caminar sobre las pasarelas, durante las 24 horas.

Probabilidad: 9. El mal estado de las pasarelas sumado al continuo transito puede ocasionar una caída.

Consecuencia: 6. Es un accidente que puede ocasionar una incapacidad no permanente.

Grado de peligrosidad: 486

Factor de ponderación: 5. Todo el personal que labora en la estación está expuesto a una caída en las pasarelas.

Grado de repercusión: 2430

Solución: Realizar un cambio de pasarelas a nivel de toda la estación.

Los valores obtenidos, en el grado de peligrosidad y grado de repercusión, se ubican dentro de una escala de valoración (bajo, medio, alto), según el rango del resultado numérico de cada uno, los cuales se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 3. Grado de peligrosidad y grado de repercusión.

N° Riesgo	Factor de Riesgo	Valor de Grado de Peligrosidad	Escala de valoración G.P	Valor de Grado de Repercusión	Escala de Valoración G.R
1	Mecánico	800	Alto	3200	Medio
2	Mecánico	90	Bajo	90	Bajo
3	Mecánico	210	Bajo	420	Bajo
4	Biomecánico	360	Medio	360	Bajo
5	Mecánico	420	Medio	420	Bajo
6	Químico	378	Medio	756	Bajo
7	Químico	224	Bajo	448	Bajo
8	Mecánico	567	Medio	1701	Medio
9	Mecánico	648	Alto	1296	Medio
10	Mecánico	630	Alto	1890	Medio

11	Mecánico	360	Medio	1800	Medio
12	Físico	720	Alto	2160	Medio
13	Físico	486	Medio	1458	Medio
14	Locativo	486	Medio	2430	Medio

Fuente: Realizada por el autor de la monografía.

4.1 MATRIZ DE RIESGOS

MATRIZ DE RIESGOS														
N° RIESGO	FUENTE GENERADORA	RIESGO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACION DEL RIESGO								CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES	
		DESCRIPCION	FACTOR DE RIESGO		EXPOSICION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	GRADO DE PELIGROSIDAD (GP = ExPxC)	INTERPRETACION GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)	FACTOR DE PONDERACION (FP)	GRADO DE REPERCUSION (GR = GPxFP)	INTERPRETACION GRADO DE REPERCUSION (GR)	NO EXPUESTOS	MEDIDAS DE INTERVENCION ANTE EL RIESGO
1	Valvulas de seguridad (P.S.V) sin mantenimiento	Elementos de maquinas, herramientas, piezas a trabajar	Mecánico	Explosión	8	10	10	800	Alto	4	3200	Medio	10	Elaborar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y predictivo de las valvulas de seguridad.
2	Contador de platina y orificio, del separador de prueba, presenta una pequeña fuga por la compuerta, mientras se cambia la platina	Elementos de maquinas, herramientas, piezas a trabajar	Mecánico	incendio	6	5	3	90	Bajo	1	90	Bajo	2	Realizar una inspeccion del contador por un especialista para determinar si es posible corregir la fuga o es necesario cambiarel contador
3	Valvulas de 1/4", 1/2", 1" sin tapon; ubicadas en diferentes lineas del circuito del gas, cabezas de pozo, o en la estacion.	Elementos de maquinas, herramientas, piezas a trabajar	Mecánico	Fugas de gas/Incendio	7	6	5	210	Bajo	2	420	Bajo	5	Realizar un inventario exhaustivo de los sitios donde hacen falta tapones, solicitarlos a bodega y mantener en la estacion disponibles
4	Algunas valvulas sin mango y otras demasiado duras	Esfuerzo/Incomodidad	Mecánico	Sobre esfuerzo/heridas menores	9	8	5	360	Medio	1	360	Bajo	1	Realizar una campaña de adecuacion de mango de las valvulas de la estacion, y engrase a las valvulas que se puedan engrasar.
5	No funciona el encendido electronico de los pirotubos del tratador termico y no existe un procedimiento escrito para el encendido manual de manera segura	Elementos de maquinas, herramientas, piezas a trabajar	Biomecánico	Quemaduras/Explosión	6	7	10	420	Medio	1	420	Bajo	2	Realizar un procedimiento escrito claro, sobre el encendido de manera segura, de los pirotubos del tratador termico y socializarlo con todo el personal vinculado a la operación; o habilitar el sistema de encendido electronico.

6	Tea sin piloto	Radiaciones	Químico	Radiacion/ Incendios	7	6	9	378	M	2	756	Bajo	4	Instalar piloto de encendido electrónico tea
7	Falta conciencia del uso de algunos de los elementos de protección personal, principalmente la máscara para vapores en el tanqueo de productos químicos	Gases y vapores	Químico	Intoxicación por inhalación	4	7	8	224	Bajo	2	448	Bajo	4	Capacitar y concientizar al personal en el uso correcto e importancia de los elementos de protección personal.
8	Falta de marcación y señalización de sentido de flujo de las líneas	Errores operativos	Mecánico	Contaminación ambiental	9	7	9	567	Medio	3	1701	Medio	8	Realizar un programa de demarcación de las líneas con el sentido de flujo del gas en toda la estación.
9	El manual de operación de la estación no está actualizado y no incluye el cambio en las facilidades luego de la entrada en operación de la planta de A.M.V.	Errores operativos	Mecánico	Disminución del rendimiento	9	8	9	648	Alto	2	1296	Medio	4	Elaborar un manual actualizado de la operación en la estación teniendo en cuenta los cambios recientes realizados luego la entrada en operación de la planta de A.M.V.
10	El sistema de control de sobre presión de los compresores que está compuesto por un manómetro y un contacto de tope, trabaja descalibrado.	Elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar	Mecánico	Explosión/Incendio	9	7	10	630	Alto	3	1890	Medio	7	Calibrar los manómetros, ajustar los topes por alta baja presión y realizar pruebas de seguridades para verificar que si apagan los compresores.
11	No existe un sistema de agua contra incendio en la estación.	Elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar	Mecánico	Fugas de gas/Incendio	4	9	10	360	Medio	5	1800	Medio	Todo el personal de la estación	Contratar un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema contra incendio en la estación, que permita tener un mejor criterio para definir si construye o no.
12	Ruido en el área de generadores por encima de los 100 decibeles	Ruido	Físico	Pérdida de audición	10	8	9	720	Alto	3	2160	Medio	4	Hacer una campaña de concientización de uso de la doble protección auditiva y realizar rotación del personal, por las estaciones donde es más bajo el nivel de ruido
13	Poca iluminación en los generadores y en todo el centro de generación en general.	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)	Físico	Estrés, fatiga visual, golpes, caídas a nivel.	9	9	6	486	Medio	3	1458	Medio	4	Hacer una reevaluación de la iluminación para optimizarla.
14	No hay rejillas de los carcamas de aguas aceitosas.	Superficies de trabajo	Locativo	Caidas	9	9	6	486	Medio	5	2430	Medio	Todo el personal de la estación	Realizar un cambio de pasarelas a nivel de toda la estación.

5. PLAN DE SEGURIDAD

De los 14 riesgos encontrados, el grado de repercusión para ocho de ellos se ubica dentro de grado medio y los seis restantes dentro de bajo, lo que permite evaluar las medidas de manera general, buscando eliminar los riesgos que se puedan disminuir el impacto de los faltantes.

El plan de seguridad que se plantea para eliminar el riesgo o disminuir su impacto se basa en dos pilares fundamentales capacitación y mantenimiento, adicional a estos factores, se hace énfasis en el uso correcto de los elementos de protección personal.

5.1 SOLUCIONES RELACIONADAS CON CAPACITACIÓN

En cuanto a capacitación, se proponen los siguientes aspectos con el fin de bajar la probabilidad de algunos riesgos:

- Que al personal nuevo se le dé un entrenamiento adecuado, en los procedimientos operativos.
- Se realice un manual de operaciones de la estación, y que en la realización del manual se involucre al personal de mayor experiencia en la operación de la planta.
- Se elabore un procedimiento detallado para el encendido seguro de los pirotubos del tratador térmico, y se socialice con el personal vinculado a la operación.
- Además de señalar las líneas de flujo de manera adecuada.

5.2 MEDIDAS RELACIONADAS CON MANTENIMIENTO

En cuanto al mantenimiento tenemos medidas que ejecutándolas, de inmediato se elimina el riesgo, y otras que disminuyen el grado de repercusión, porque el riesgo no se puede eliminar.

Se deben realizar los siguientes mantenimientos para eliminar los riesgos que generan:

- Elaborar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y predictivo de las válvulas de seguridad, para garantizar que operen en caso de una sobrepresión.
- Instalar piloto de encendido electrónico a la tea.
- Cambiar todos los tanques acumuladores de gas combustible a los motores de las bombas de inyección de agua, debido al mal estado en que se encuentran.
- Instalar tapas en las chimeneas de los compresores y en la chimenea del tratador térmico o instalar un drenaje para evacuar el agua lluvia que se acumule.
- Realizar una inspección del contador del separador de prueba por un especialista para determinar si es posible corregir la fuga o es necesario cambiar el contador.
- Realizar una campaña de adecuación de mango de las válvulas de la estación, y engrase a las válvulas que se pueda engrasar.
- Calibrar el sistema de seguridades por sobrepresión de las etapas de compresión, revisando los manómetros, ajustando los topes por alta presión y realizando pruebas de seguridades para verificar que si apagan los compresores.

Las Medidas que se deben tomar para disminuir el impacto de algunos riesgos son:

- Realizar un programa de calibración de tuberías y secciones críticas, para cambiar las que se encuentren en mal estado, o tener los materiales disponibles para cuando se presente el daño.
- Hacer una reevaluación de la iluminación de la estación para optimizarla.
- Realizar un cambio de pasarelas en mal estado a nivel de toda la estación.
- Establecer una periodicidad de prueba al sistema de autoconsumo, para garantizar que sea operativo en caso de emergencia.
- Realizar prueba de integridad del gasoducto Morichal – La Gloria, para cambiar las zonas críticas en la temporada de verano.
- Realizar un plan de mantenimiento preventivo a la instrumentación, para evitar fallas en los controles.

6. RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

En cuanto al correcto uso de la protección personal, se debe concientizar en el uso de los elementos de protección personal, ya que la empresa los suministra, especialmente para estos casos:

- Doble protección auditiva, en el área de los compresores.
- Utilización de la máscara de vapores para el tanqueo de productos químicos.

6.1 MEDIDA ADICIONAL

Debido a la falta de un sistema de agua contra incendio, pero al alto costo de la construcción, se recomienda contratar un estudio por especialistas para evaluar de una manera más técnica la factibilidad de adquirir o no un sistema de agua contra incendio.

6.2 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y CONTROLES

En la organización, se deben realizar una serie de preliminares para iniciar con el desarrollo de las actividades operativas de forma correcta, entre estos se encuentran:

El análisis de riesgo de la actividad

Efectuar la inducción en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, explicando los riesgos e Impactos de la actividad y medidas de control para minimizar los mismos.

Los trabajadores deben contar con elementos de protección personal adecuados a la actividad que va a realizar.

Realizar una inspección de las herramientas y equipos para verificar su estado.

Realizar la inducción operativa sobre los procedimientos que va a realizar el trabajador.

Mantener actualizado el Plan de Evacuación Médica (Medevac).

Posteriormente, se identifican los controles existentes y se establecen nuevos según los riesgos encontrados y la necesidad de cada uno.

6.2.1 Identificar controles existentes. Las organizaciones deben identificar los controles existentes para cada uno de los peligros identificados y clasificarlos en:

- Fuente
- Medio
- Individuo

6.2.2 Control en la fuente Consiste en corregir la falla o avería en el material, estructura, sistema, equipo, máquina o herramienta que produce el factor de riesgo, usando uno de los siguientes métodos:

- Mantenimiento preventivo (antes de que suceda el daño)
- Mantenimiento correctivo (reparando la avería, mejorando los anclajes cuando ocurre el daño)
- Instalando guardas en los puntos de peligro
- Mejorando o cambiando la sustancia, la máquina o el proceso
- Adecuando los puestos de trabajo

6.2.3 Control en el medio Si el control en la fuente del factor de riesgo no es posible, se tratará de impedir que el riesgo se difunda en el ambiente, mediante los siguientes métodos:

- Encerrando el área donde se halle la fuente.
- Aislando la fuente.
- Variando las condiciones ambientales. (Humedeciendo, ventilando, iluminando, enfriando o calentando)

6.2.4 Control sobre el individuo. Regularmente los problemas generados por los riesgos profesionales se resuelven iniciando este tipo de control; sin embargo, ésta debe ser la última opción para proteger la salud del trabajador. Este control debe estar acompañado de los siguientes aspectos:

- Organización y control del trabajo.
- Evaluación periódica de méritos.
- Capacitación, instrucción, inducción y reinducción.
- Elementos de protección personal.

Se debe considerar también, los controles administrativos que las organizaciones han implementado para disminuir el riesgo, por ejemplo: inspecciones, ajustes a procedimientos, horarios de trabajo, entre otros.⁹

A continuación se presenta una tabla indicando los factores de riesgo, con las posibles medidas de intervención y control que se pueden implementar según el análisis de riesgo realizado.

Tabla 4. Factores de riesgo.

PELIGROS	RIESGOS	CONTROLES	RESPONSABLE
MECÁNICOS	Exposición a gestos violentos	Preventivo: Realizar inspecciones de equipos y maquinaria, controles de capacitación del personal en procedimientos operativos, señalización.	HSE
		Reactivo: Disponer de kit emergencias. Activar plan de emergencias.	HSE, BRIGADISTAS, PERSONAL DE MANTENIMIENTO

⁹ SENA. (2016). Planificación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. *Planificación del Sistema de Gestión*, 11-12;24-25.

<p>LOCATIVO: Superficies de trabajo</p>	<p>Caídas a distinto nivel</p>	<p>Preventivo: realizar inspección visual de superficies de trabajo. Señalizar puntos críticos.</p>	<p>PERSONAL DE MANTENIMIENTO</p>
		<p>Preventivo: Ubicar rutas seguras y pasos peatonales tanto para desarrollar el trabajo como para evacuación. No correr ni transitar por encima de cárcamos</p>	<p>HSE</p>
		<p>Reactivo: Disponer de kit emergencias. Activar plan de emergencias.</p>	<p>HSE, BRIGADISTAS, PERSONAL DE MANTENIMIENTO</p>
<p>BIOMECÁNICO: Posturas, esfuerzos, movimientos repetitivos.</p>	<p>Exposición directa</p>	<p>Preventivo: Capacitar al personal en higiene postural y pausas activas. Evitar movimientos repetitivos por mucho tiempo. Rotación del personal. Aplicación de procedimientos seguros.</p>	<p>HSE PERSONAL DE MANTENIMIENTO</p>
<p>FISICOS: Ruido, Iluminación.</p>	<p>Exposición directa</p>	<p>Preventivo: Controlar en ambientes los límites permisibles de ruido y tiempo de</p>	<p>HSE PERSONAL DE MANTENIMIENTO</p>

		<p>exposición con protección auditiva. Capacitación en conservación auditiva.</p> <p>Mediciones de niveles de iluminación. Cantidad y calidad de luz acorde a la labor a realizar.</p>	
		<p>Protectivo: Utilizar elementos de protección personal.</p> <p>Protectivo: Utilizar doble protección auditiva</p>	PERSONAL DE MANTENIMIENTO
		<p>Reactivo: Disponer de kit de emergencias. Activar plan de emergencias.</p>	BRIGADISTAS
<p>QUIMICO: Polvos orgánicos - inorgánicos, líquidos, gases, vapores, humos metálicos, material particulado.</p>	<p>Contacto y/o exposición con productos químicos almacenados, transportados o utilizados en las áreas del trabajo, principalmente para el llenado de tanques.</p>	<p>Preventivo: Cumplir indicaciones de hojas de seguridad de productos químicos.</p>	<p>HSE</p> <p>PERSONAL DE MANTENIMIENTO</p>
		<p>Protectivo: Utilizar elementos de protección personal.</p>	PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Fuente: Realizada por el autor de la monografía.

7. CONCLUSIONES

- Para poder realizar el plan de seguridad al suministro de energía eléctrica en sitio, mediante generación con gas para el campo Lisama, se tuvo que hallar los riesgos asociados al sistema; se encontraron catorce riesgos de los cuales, ocho se clasifican dentro del factor de riesgo mecánico, lo que significa que el grado de peligrosidad es alto comparado con los riesgos físicos y químicos, que se sitúan en grado de peligrosidad medio y bajo.

- Se diseñó una matriz de riesgos, con esta matriz se logra localizar y valorar los riesgos llevándolos a una sistematización donde se evalúan los riesgos por medio de cálculos de exposición, probabilidad y consecuencia, obteniendo así un grado de peligrosidad, un factor de ponderación y un grado de repercusión, de esta forma se logra establecer medidas de control en la incidencia del riesgo con la población expuesta en la estación Lisama.

- Este plan de seguridad está ligado con la nueva Resolución 1111 de 2017 – Estándares Mínimos del SG-SST, por que se plasma una identificación de riesgos y se lleva un control para evitar los peligros que estos pueden generar en los trabajadores de la estación Lisama, este control le pertenece a un HSE llevarlo con responsabilidad, y tener en cuenta:
 - ✓ Organización y control del trabajo.
 - ✓ Evaluación periódica de los riesgos.
 - ✓ Capacitación, instrucción, inducción y reinducción al personal.

- Se logró evaluar matemáticamente el control de riesgos de la estación Lisama, con el método de William T. Fine, quien propone el uso de la exposición o frecuencia con la que se produce la situación de riesgo y por otro lado la probabilidad de la situación de riesgo, para evitar que llegue a ocurrir un accidente.

8. RECOMENDACIONES

- Revisar periódicamente los procedimientos operativos, de tal forma que se realice una adecuación óptima a los determinados procesos, a nivel de maquinaria y equipo con las inspecciones respectivas y programas de mantenimiento; a nivel de personal con los programas indicados de capacitación y entrenamiento en el desarrollo de las actividades fomentando trabajo seguro.
- Iniciar con la implementación de los controles que no requieren de presupuesto porque se basan en mejoramiento y planeación administrativo y operacional, realizando un cronograma de actividades que involucren a todo el personal de la estación.
- Realizar un análisis administrativo de los controles sugeridos en los riesgos encontrados, asignando un presupuesto que permita la ejecución de las acciones preventivas y correctivas que requieran; dando seguimiento en pro del mejoramiento continuo de la estación.

BIBLIOGRAFIA

UNIVERSIDAD DEL VALLE. Factores de Riesgo Ocupacional. Obtenido de Salud Ocupacional: (10 de Febrero de 2016):
<http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL CAEM. Panorama de riesgo. Santafé de Bogota. 2007.

ECOPETROL S.A. (s.f.). Suministro de energia electrica en sitio mediante generacion con gas para los campos de la gerencia regional magdalena medio de ecopetrol S.A. . Especificaciones tecnicas, pág. 26.

FERNANDO, N. s. Plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción la gloria, operada por la empresa Perenco Colombia Limited. Universidad Industrial de Santander, 2010. p. 1-46.

ICONTEC. Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía Para La Identificación de los Peligros y La Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. 2016, 7-8.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Guia para el diagnostico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificacion y valoracion. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC. 1997

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Bogotá, D.C., 1979. Resolución 2400 .

PICO MERCHAN, M. E. Metodología de los panoramas de. Departamento de salud publica, 2008.

RUBIO ROMERO, J. C. Métodos de evaluación de riesgos laborales, 2004. Obtenido de Libros: https://books.google.com.co/books?id=RmCXvUEqNh0C&pg=PA70&lpg=PA70&dq=CALCULOS+DE+CONSECUENCIA-PROBABILIDAD-EXPOSICION&source=bl&ots=LSOh31_3bq&sig=7zYT2DEM8HGi2eIkIEXpK7RYn5o&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiqzJSc7aTLAhXIdx4KHa2yBQsQ6AEITTAJ#v=onepage&q=CALCULOS%2

SENA. Planificación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Planificación del Sistema de Gestión, 2004. p. 11-12;24-25.

Wikipedia. (3 de Marzo de 2016). Generación de energía eléctrica. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica