



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

**Trabajo de fin de carrera titulado:**

**“ESTUDIO DE LA EXPOSICION A ETILMERCAPTANO CONTENIDO  
EN EL GAS LICUADO DE PETROLEO EN LOS TRABAJADORES  
DEL AREA DE DESACOPLE DE VALVULAS DE CILINDROS DE LA  
PLANTA PIFO DE ENI ECUADOR S.A Y PROPUESTA DE MEDIDAS  
DE CONTROL”**

Realizado Por:

**AMANDA LUCIA ROSERO GUERRÓN**

Director del Proyecto:

**DR. PAULINA REYES**

Como requisito para la Obtención del título de:

**MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

Quito-Ecuador

2014



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, AMANDA LUCIA ROSERO GUERRON, con cédula de identidad # 1716397003, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Amanda Lucía Rosero Guerron

C.C.:1716397003

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ESTUDIO DE LA EXPOSICION A ETILMERCAPTANO  
CONTENIDO EN EL GAS LICUADO DE PETROLEO EN LOS  
TRABAJADORES DEL AREA DE DESACOPLE DE VALVULAS DE  
CILINDROS DE LA PLANTA PIFO DE ENI ECUADOR S.A Y  
PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL”**

Realizado por:

**AMANDA LUCIA ROSERO GUERRON**

Como requisito para la Obtención del título de:

**MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

ha Sido dirigido por la profesora

**DR. PAULINA REYES**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**Paulina Reyes**

**DIRECTORA**

# **LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**Ing. DAISY LOPEZ**

**Ing. AIMEE VILARET**

Después de revisar el trabajo presentado,  
Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

**Daisy López**

**Aimee Vilaret**

Quito, 6 de Marzo de 2014

## **DEDICATORIA**

El presente estudio está dedicado a mi familia  
quienes supieron ser parte fundamental de mi  
dedicación, empeño y entusiasmo

“Por si no lo saben, de eso está hecha la vida,  
sólo de momentos; no te pierdas el de ahora.”

Jorge Luis Borges

# **AGRADECIMIENTO**

A mi Directora de Tesis, por su guía durante  
la realización del presente estudio.

A la Empresa Eni Ecuador por facilitar  
la ejecución del presente estudio, de manera  
especial al área HSE.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	2
CAPITULO 1 .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	3
1.3 Formulación del problema.....	4
1.4 Sistematización del problema.....	4
1.5 Objetivos .....	4
1.5.1 Objetivo General .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos .....	4
1.6 Justificación.....	5
1.7 Alcance del trabajo de grado .....	5
CAPITULO II .....	6
2. MARCO CONCEPTUAL .....	6
2.1 El Gas Licuado de Petróleo en el Ecuador .....	6
2.2 El Gas Licuado de Petróleo .....	6
2.2.1 Composición del gas licuado de petróleo.....	7
2.2.2 Hidrocarburos .....	8
2.2.3 Propano.....	10
2.2.4 Butano .....	11
2.2.5 Capacidad de vaporización.....	11
2.2.6 Peso específico .....	11
2.2.7 Poder calorífico .....	12
2.2.8 Coeficiente de expansión volumétrica.....	12
2.2.9 Peso molecular .....	12
2.2.10 Especificaciones del gas licuado de petróleo según las normas INEN .....	13



2.2.10.1 Volatilidad de azufre .....	13
2.2.10.2 Componentes corrosivos .....	13
2.2.10.3 Sequedad .....	13
2.2.10.4 Punto de Roció .....	13
2.2.10.5 Odorizantes.....	14
2.3 Propiedades del Gas Licuado de Petróleo .....	14
2.3.1 Composición del Gas Licuado de Petróleo que entra en la Refinería .....	16
2.4 El Etilmercaptano .....	17
2.4.1 Propiedades físico-químicas del Etil Mercaptano .....	18
2.4.2 Estabilidad y reactividad del Etilmercaptano .....	18
2.5 Proceso de Producción de la Planta Envasadora de GLP .....	19
2.5.1 Ubicación geográfica.....	20
2.5.2 Áreas de Producción.....	21
2.5.2.1 Isla de carga-descarga de GLP .....	21
2.5.2.2 Área de almacenamiento de GLP .....	22
2.5.2.3 Cuarto de bombas y compresores.....	22
2.5.2.4 Nave de envasado.....	23
2.5.2.5 Oficinas administrativas .....	23
2.5.2.6 Taller de mantenimiento automotriz .....	23
2.5.2.7 Taller de mantenimiento de cilindros .....	23
2.6 Riesgo Químico .....	25
2.6.1 Sustancia química peligrosa .....	25
2.6.1.1 Explosivos .....	25
2.6.1.2 Inflamables .....	26
2.6.1.3 Extremadamente inflamables .....	26
2.6.1.4 Comburentes.....	26
2.6.1.5 Corrosivos .....	26
2.6.1.6 Irritante .....	27

2.6.1.7 Nocivos.....	27
2.6.1.8 Tóxicos.....	27
2.6.1.9 Muy tóxicos.....	27
2.6.1.10 Radiactivos.....	27
2.6.2 Peligros para el medio ambiente.....	28
2.6.3 Tipos de contaminantes Químicos.....	28
2.6.3.1 Sólidos.....	28
2.6.3.2 Polvos.....	28
2.6.3.3 Líquidos.....	29
2.6.3.4 Vapores.....	29
2.6.3.5 Gases.....	29
2.6.4 Clasificación de los contaminantes químicos según los efectos que producen en el organismo	29
2.6.5 La exposición a productos químicos tóxicos.....	30
2.7 Vías de ingreso a los contaminantes químicos laborales.....	31
2.7.1 Inhalación.....	31
2.7.2 Absorción cutánea.....	31
2.7.3 Ingestión.....	32
2.8 Toxicología del Etilmercaptano.....	32
2.8.1 Vías de exposición del Etilmercaptano.....	33
2.9 Límites de Exposición Laboral.....	33
2.10 Factores ambientales que intervienen en la toxicidad del Etil Mercaptano.....	34
2.10.1 Microclima.....	34
2.10.1.1 Ventilación.....	35
2.10.1.2 Humedad.....	36
2.10.1.3 Temperatura.....	37
2.10.1.3.1 Frío.....	37
2.10.1.3.2 Calor.....	38
2.10.1.3.3 El calor y los tóxicos.....	39

2.11 Marco Legal .....	40
2.11.1 Constitución de la República del Ecuador.....	40
2.12.2 Decreto ejecutivo 2393 - medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos .....	41
CAPITULO III .....	43
3. HIPÓTESIS .....	43
3.1 Tipo de la investigación .....	43
3.1.1 Investigación Descriptiva.....	43
3.1.2 Investigación Explicativa .....	43
3.2 Métodos de Investigación.....	44
3.2.1 Observación.....	44
3.3 Población y muestra de la investigación .....	44
3.3.1 Criterios.....	44
3.3.2. Modelo para la Medición .....	46
3.3.3 Determinación de la concentración de contaminantes en el área de trabajo .....	47
3.4 Operacionalización de variables.....	49
3.4.1 Variable Dependiente .....	49
3.4.1.1 Factores Micro climáticos .....	49
3.4.2 Variable dependiente: Personal expuesto, jornada .....	49
3.4.2.1 Jornada de trabajo.....	49
3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	55
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	55
3.7 Confiabilidad de validez de instrumentos .....	55
3.7.1 Confiabilidad .....	55
3.7.2 Validez de instrumentos .....	56
3.8 Condiciones del ambiente de Trabajo .....	56
3.8.1 Factores Microclimáticos .....	56
3.8.2 Temperatura .....	57

3.8.3 Humedad Relativa.....	58
3.8.4 Velocidad del viento.....	59
3.8.5 Dirección del Viento .....	60
3.9 Determinación del Muestreo .....	61
3.9.1 Evaluación de la Exposición Laboral, Población y muestra.....	61
3.9.2 Identificación de las exposiciones potenciales .....	61
3.9.3 Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, jornada laboral, personal expuesto) .....	61
3.9.4 Evaluación de las Exposiciones.....	62
3.9.5 Estrategia de la Medición .....	62
3.9.10 Selección de los trabajadores para la muestra de Exposición .....	62
3.9.11 Medición en un Punto Fijo .....	62
3.9.12 Mediciones Representativas .....	63
3.9.13 Muestreo Biológico .....	64
3.9.13.1 Biomarcadores de Exposición y Efectos .....	65
3.10 Criterios Inclusión, exclusión.....	65
3.11 Muestreo y análisis .....	65
3.12 Ubicación del equipo de muestreo .....	65
3.13 Determinación de la concentración de contaminantes químicos Gaseosos.....	66
3.14 Factores Micro climáticos .....	66
3.15 Jornada de trabajo.....	66
CAPITULO IV .....	67
4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	67
4.1 Análisis de microclima.....	67
4.2 Análisis de la identificación y medición de contaminantes químicos gaseosos .....	76
CAPITULO V .....	80
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	80
5.1 Conclusiones .....	80

5.2 Recomendaciones y Medidas de Control .....	81
CAPÍTULO VI.....	82
6. BIBLIOGRAFÍA.....	82

## Índice de Tablas

Tabla N°1: Ejemplos de hidrocarburos saturados e insaturados .....	9
Tabla N°2: Composición del Gas Licuado de Petróleo.....	10
Tabla N°3: Propiedades aproximadas del Gas Licuado de Petróleo .....	16
Tabla N°4: Tipos de ventilación y sus diferentes utilidades .....	36
Tabla N°5: Valores Óptimos de temperatura y velocidad del aire según el tipo de trabajo efectuado	37
Tabla N°6: Efectos de la exposición al Frio.....	38
Tabla N°7: Muestras mínimas para exposición a Químicos .....	47
Tabla N°8: Operacionalización de Variables .....	54
Tabla N°9: Variable Independiente.....	54
Tabla N°10: Instrumentos recolección de datos.....	55
Tabla N°11: Medición de la Temperatura en el puesto de trabajo.....	67
Tabla N°12: Medición de la Humedad Relativa en el puesto de trabajo.....	68
Tabla N°13: Medición de la Velocidad del viento en el puesto de trabajo .....	69
Tabla N°14: Datos para el análisis en cromatografía .....	76

## Índice de Figuras

Figura N°1: Tanques Estacionarios de la Planta Pifo .....	20
Figura N°2: Isla de Carga y Descarga de Autotanques .....	21
Figura N°3: Taller de Mantenimiento de Cilindros .....	24
Figura N°4: Área de Desacople de Válvulas.....	45
Figura N°5: Ejemplo de ubicación del equipo de muestreo.....	46
Figura N°6: Detector fotométrico de llama.....	48
Figura N°7: Revisión de Cilindros en el puesto de desacople de válvulas .....	50
Figura N°8: Colocación de Pinza para desalojo de Gas Residual.....	50
Figura N°9: Colocación del tanque en el banco de desacople de válvulas .....	51
Figura N°10: Colocación de la desajustadora de válvulas en la válvula del cilindro .....	51
Figura N°11: Accionamiento de la maquina desajustadora .....	52
Figura N°12: Retiro del cilindro sin válvula .....	52
Figura N°13: Colocación del Equipo de muestreo Portátil en el trabajador.....	63
Figura N°14: Equipo en funcionamiento para el muestreo del ambiente laboral .....	64
Figura N°15: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 1.....	70
Figura N°16: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 2.....	71
Figura N°17: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 3.....	72
Figura N°18: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 4.....	73
Figura N°19: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 5.....	74
Figura N°20: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 6 .....	75
Figura N°21: Resultados de cromatografía de gases.....	78

## Índice de Tabla y Graficas

Tabla y Grafica N °1: Temperatura media mensual (2008-2012).....	57
Tabla y Grafica N °2: Humedad Relativa mensual (2008-2012) .....	58
Tabla y Grafica N °3: Velocidad del Viento medio mensual (2008-2012).....	59
Tabla y Grafica N °4: Dirección del Viento medio mensual (2008-2012) .....	60
Tabla y Grafica N °5: Resultados de las concentraciones de contaminantes químicos en el ambiente laboral.....	77



## RESUMEN

La Empresa Eni Ecuador, dedicada a la comercialización de Gas Licuado de Petróleo posee una de sus plantas envasadoras en Pifo, aquí se centró el estudio en el puesto de trabajo de desacople de válvulas, puesto en el que los trabajadores tienen contacto directo con el Gas al retirar las válvulas de los cilindros que entran en mantenimiento, el gas residual sale al ambiente de trabajo y se produce la exposición al etilmercaptano.

La presente investigación contempla el análisis del riesgo a la exposición el etilmercaptano un odorante que se le añade al Gas Licuado de Petróleo como medida de seguridad para detectar posibles fugas.

El análisis inicio con un estudio del comportamiento del clima en la zona, después con un estudio más detallado del microclima del puesto de trabajo que permitió identificar un punto de monitoreo para el muestreo del aire ambiente.

Los resultados demuestran que la exposición al etilmercaptano es mínima y no existe riesgo en su exposición, esto gracias a la ventilación natural que existe en la zona lo que facilita la movilización del Gas y su dispersión más extendida.

Palabras Clave: Gas Licuado de Petróleo, Etil Mercaptano, Área de Desacople de Válvulas

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores de riesgo químico contenido en el Gas Licuado de Petróleo es el etilmercaptano un odorante que se añade al gas como medida de seguridad para identificar una posible fuga, este factor ha sido identificado a través de matrices de identificación y evaluación de riesgos de la empresa, ha sido posible realizar la medición del ambiente laboral en desacople de válvulas de la Planta de Almacenamiento y Envasado de GLP de Eni Ecuador, estas mediciones se realizaron con una bomba de succión específicos para gases, los resultados que se obtuvieron en el área de trabajo son insignificantes en comparación con los límites de riesgo a la salud, la percepción inmediata del olor por parte del personal en el desacople de válvulas al etilmercaptano es notable, la afecciones respiratorias que se presentan en los datos de morbilidad del personal de la planta en los 3 últimos años ha ido disminuyendo, y su causa principal no es el etilmercaptano, sino el polvo ambiental que se encuentra por acción del viento en la zona, las afecciones a la vista entre u otros síntomas que puedan afectar a los trabajadores por la relación directa con la manipulación de cilindros vacíos con residuos de GLP están evidenciados en la morbilidad de la empresa, según entrevistas que se realizó a los trabajadores y al personal médico de la empresa estas afecciones no tienen relación directa con el etilmercaptano.

El etilmercaptano es una sustancia química que en concentraciones mayores a 0,5 ppm pueden causar efectos adversos a la salud. Los estudios de exposición al etilmercaptano en industrias similares no existen, esto genera la necesidad de realizar investigaciones del comportamiento de esta sustancia en el puestos de trabajo donde se tiene contacto directo con el GLP, los resultados obtenidos servirán para planificar medidas correctivas en la manipulación del químico,

La presente investigación procura mostrar al lector la información sobre la exposición al etilmercaptano, su toxicidad, su uso actual, sus afecciones en el trabajador, y las medidas de mitigación y control del riesgo.

## 1.2 Planteamiento del Problema

La planta Pifo de Eni Ecuador S.A .en el desarrollo de la Gestión Técnica en Seguridad y Salud realiza la medición de riesgos: físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. En el año 2012 se procedió a la identificación de todos los factores de riesgo que se encuentran presentes en las actividades de la planta, partiendo de la información cualitativa de la matriz de riesgos de áreas, procesos, subprocesos, actividades, tareas y puesto de trabajo; una vez identificados los riesgos más importantes se procede con la etapa de - medición-evaluación del riesgo, en el área de desacople de válvulas puesto que identifico la presencia de altas concentraciones de gases (etilmercaptano) que se perciben por el olfato, lo que genera gran preocupación por los trabajadores que permanecen en ese lugar durante la jornada de trabajo.

De igual manera es inexcusable la medición del microclima en este puesto de trabajo, ya que el área es semi-abierta y está expuesta a diferentes factores climáticos como el viento y la temperatura ambiente. Durante la investigación no se pudo encontrar un metabolito específico para el estudio directo del Gas Licuado de Petróleo en el ser humano, resultados que hubieran podido mejorar la investigación para el análisis de los posibles efectos en el trabajador.

También es necesario considerar la morbilidad de la empresa en lo referente a las afecciones respiratorias, o a problemas con la piel, se puede apreciar que las enfermedades prevalentes, son las respiratorias.

### **1.3 Formulación del problema**

¿En qué condiciones se encuentra el área de desacople de válvulas y cómo puede afectar a la salud de los trabajadores la exposición al etilmercaptano?

### **1.4 Sistematización del problema**

¿El estudio de la exposición al etilmercaptano a los trabajadores del área de desacople de válvulas, identifica problemas graves a la salud?

¿El estudio de la exposición al etilmercaptano a los trabajadores del área de desacople de válvulas, plantea mejoras en las condiciones de trabajo?

¿Las recomendaciones de esta investigación, mejoran la organización de la empresa en la prevención de la exposición al etilmercaptano?

¿Es necesario diseñar equipos de extracción de gases en el puesto de trabajo de desacople de válvulas para que mejoren las condiciones ambientales de trabajo?

### **1.5 Objetivos**

#### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar el nivel de exposición al Etil-Mercaptano contenido en el Gas Licuado de Petróleo, al que se encuentran expuestos los trabajadores del área de desacople de válvulas y elaborar una propuesta de control inmediata.

#### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Establecer las características toxicológicas del Etilmercaptano
- Medir y Evaluar la exposición al Etilmercaptano en el área de desacople de válvulas

- Establecer los métodos de control para la exposición al Etilmercaptano que permitan mejorar el ambiente laboral de los trabajadores del área de desacople de válvulas.
- Definir los efectos a la salud de los trabajadores que se encuentran expuestos al Etilmercaptano

## **1.6 Justificación**

Eni Ecuador S.A. cumpliendo con el desarrollo del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud y Ambiente, manteniendo el bienestar y salud de los trabajadores para evitar la presencia de riesgos en el lugar de trabajo, propone realizar el estudio de la exposición al Etilmercaptano contenido en el Gas Licuado de Petróleo, con el fin de conocer los niveles de exposición al que se encuentran sometidos los trabajadores del área de desacople de válvulas.

La presente investigación será una herramienta útil para obtener información cuantitativa que permitirá mejorar el ambiente laboral del área en estudio; la determinación de los niveles de exposición al Etilmercaptano ayudará a implementar los controles y planes de acción que disminuirán el riesgo de la aparición de enfermedades profesionales.

La exposición a etilmercaptano por largos períodos de tiempo puede producir daño hepático y renal, anemia, irritación pulmonar, puede llevar a bronquitis con tos, flemas y respiración agitada.

Por todo lo anteriormente mencionado se justifica evaluar este tipo de riesgo.

## **1.7 Alcance del trabajo de grado**

Esta investigación aplica la exposición al Etilmercaptano que se encuentra en el Gas Licuado de Petróleo en el desacople de válvulas de cilindros de la Planta de Almacenamiento y Envasado de Gas Licuado de Petróleo de Eni Ecuador.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1 El Gas Licuado de Petróleo en el Ecuador**

En Ecuador no se ha evidenciado tesis de grado sobre la exposición a etilmercaptano a la salud, considerando que se usó para esta investigación el valor límite permisible de 0.5 ppm.

“La historia del gas licuado de petróleo tiene más de 40 años en el Ecuador. Se inicia con la creación de Domogas, una empresa originada con capitales italianos. En 1957 se importaron los primeros cilindros de 10 y 15 kilogramos. En ese entonces no existía una industria del gas.

En la actualidad, el país inclusive exporta válvulas a diversos lugares del mundo, en 1959 se construye la primera planta de envasado de gas en San Bartolo. la planta más moderna del país es la de Agip Gas, montada en Pifo, sobre un área de 36 hectáreas, El mercado del GLP se desarrolla satisfactoriamente en el país a través de las compañías privadas Shell y Agip. Esto, hasta 1988, cuando el Estado interviene directamente en el mercado, la perspectiva de los empresarios del gas es que, con la intervención estatal, se planteó una legislación caótica, que entre otras cosas disponía de cupos de envasado, zonas de comercialización, escasos controles, en síntesis, se distorsionaba las reglas del juego". (DIARIO HOY Publicado el 21/Agosto/1996).

#### **2.2 El Gas Licuado de Petróleo**

El Gas Licuado del Petróleo es un hidrocarburo que en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra en estado gaseoso, se licua a bajas presiones entre 60 y 120 psi aproximadamente, dependiendo de la mezcla propano – butano, se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento. No tiene olor por lo que en la refinería se le añade un odorante

El término corresponde aquellos hidrocarburos cuyos principales componentes son propano y butano, además de iso-butano, butileno; o mezclas de ellos en pequeñas cantidades.

El Gas Licuado de Petróleo GLP es gaseoso a la presión atmosférica; sin embargo a la temperatura ambiente puede ser licuado a presiones relativamente bajas. Se ha estimado que la mezcla de propano, butano proporciona un rendimiento calorífico adecuado para los múltiples usos del Gas Licuado de Petróleo a temperatura ambiente de 25°C (77°F) la presión de la mezcla es de 7.7 kg/cm<sup>3</sup>.

Normalmente no es práctico licuar los gases más ligeros como el metano (CH<sub>4</sub>), etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) y etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), salvo usos muy especiales ya que, estos requieren de recipientes preparados para soportar las elevadas presiones necesarias para la licuefacción; Para el propano y butano se requiere presiones relativamente bajas para licuarlos, siendo estos gases los principales constituyentes del Gas Licuado de Petróleo (GLP) comerciales, los cuales no están compuestos exactamente de hidrocarburos puros, así la mezcla Propano- Butano, contienen cantidades pequeñas de otros hidrocarburos como Propileno, butileno, iso-buteno y otros hidrocarburos de propiedades físicas semejantes<sup>1</sup>

### **2.2.1 Composición del gas licuado de petróleo**

El Gas Licuado de Petróleo (GLP), es una mezcla de hidrocarburos gaseosos a temperatura y presión ambiental, mantenida en estado líquido por aumento de presión y/o descenso de temperatura, compuesto principalmente por los siguientes hidrocarburos gaseosos o de sus mezclas:

Propano - Propileno: Propanos

Normal butano – iso butano: Butanos

Butilenos: Butenos

A continuación conoceremos las especificaciones bajo las cuales se fabrica el Gas Licuado de Petróleo (GLP) en nuestro país:

---

<sup>1</sup> CRONE,Sussax, Energy Sources., Editorial Russak & company, 1980.

“Presión de Vapor REID	máximo 160 PSI
Volatilidad: revaporización al 95 %	máximo 2 °C
Pentanos y más pesados	máximo 2 % (Vol.)
Residuo en 100 ml	máximo 0.05
Corrosión a Lamina de Cobre	máximo N°1
Azufre máximo	38 PPM
Gravedad Especifica e 15.6 °C	máximo 0.57” <sup>2</sup>

### 2.2.2 Hidrocarburos

En química orgánica, es la familia de compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos se clasifican en dos grupos principales, de cadena abierta y cíclica.

En los compuestos de cadena abierta que contienen más de un átomo de carbono, los átomos de carbono están unidos entre sí formando una cadena lineal que puede tener una o más ramificaciones. En los compuestos cíclicos, los átomos de carbono forman uno o más anillos cerrados. Los dos grupos principales se subdividen según su comportamiento químico en saturados e insaturados.

En la nomenclatura de los hidrocarburos, mostramos en la tabla los nombres de los hidrocarburos más simples de cadena abierta. El prefijo indica cuántos carbonos hay en la cadena, y el sufijo a cuál de los tres grupos funcionales pertenece una cadena. Por ejemplo, los compuestos con el prefijo pent- tienen siempre cinco carbonos, pero el pentano es un alqueno con un doble enlace, mientras que el pentano es un alcano con enlaces simples

Los hidrocarburos que forman el Gas Licuado de Petróleo (GLP) pertenecen a dos grandes familias:

---

<sup>2</sup> CAÑIZARES, S. Jorge, Control de riesgos en el manejo del Gas Licuado de Petróleo., Quito, julio de 1995.



- Hidrocarburos saturados o parafínicos  $\{C_n H_{2n + 2}\}$
- Hidrocarburos insaturados u Olefinas  $\{C_n H_{2n}\}$

Donde C y H son símbolos de carbono e Hidrogeno respectivamente y “n” es el índice que indica el número de átomos de carbono del hidrogeno que se considere:

Tabla N°1: Ejemplos de hidrocarburos saturados e insaturados

Metano	$CH_4$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_1H_2 (1) + 2 \gg$	$CH_4$
Etano	$C_2H_6$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_2H_2 (2) + 2 \gg$	$C_2H_6$
Propano	$C_3H_8$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_3H_2 (3) + 2 \gg$	$C_3H_8$
Butano	$C_4H_{10}$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_4H_2 (4) + 2 \gg$	$C_4H_{10}$
Eteno	$C_2H_4$	$C_{n2n} \gg$	$C_2H_2 (2) \gg$	$C_2H_4$
Propeno	$C_3H_6$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_1H_2(1) \gg$	$C_3H_6$
Buteno	$C_3-H_8$	$C_{n2n + 2} \gg$	$C_1H_2(1) \gg$	$C_4H_8$

Fuente: Tesis Sistema de almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en la Planta Oyambaro- Petrocomercial, Mercy G. Proaño Rodríguez

La presencia de los hidrocarburos olefinicos depende de las características de trabajo de las refinerías donde se trata el petróleo.

En la tabla siguiente se observa cómo cambian la densidad y la temperatura de fusión, al aumentar el número de átomos de carbono en la serie de los hidrocarburos. Los compuestos más pequeños son gases a la temperatura ambiente. Al aumentar progresivamente el número de carbonos.

Tabla N°2: Composición del Gas Licuado de Petróleo

PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS HIDROCARBUROS				
HIDROCARBURO	FÓRMULA	PESO MOLECUL.	DENSIDAD	T. DE FUSIÓN
Metano	CH <sub>4</sub>	16	gas	-182°C
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	gas	-183
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	gas	-190
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	gas	-138
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	0,63	-130
Hexáno	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	0,66	-95
Heptano	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100	0,68	-91
Octano	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114	0,70	-57
Nonato	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	128	0,72	-52
Decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	142	0,73	-30
Undecano	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	156	0,74	-25
Dodecano	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	170	0,75	-10
Pentadecano	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	212	0,77	10
Eicosano	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	283	0,79	37
Triacotano	C <sub>30</sub> H <sub>62</sub>	423	0,78	66
Polietileno	C <sub>2000</sub> H <sub>4002</sub>	28000	0,93	100

Fuente Petrocomercial

Los compuestos se vuelven líquidos y luego sólidos, cada vez con mayor densidad y mayor temperatura de fusión, hasta llegar a los polietilenos con densidades que van de 0,92 a 0,96 g/cm<sup>3</sup> y temperaturas de fusión entre 105 y 135 °C.

### 2.2.3 Propano

“Gas incoloro e inodoro de la serie de los alcanos de los hidrocarburos, de fórmula C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Se encuentra en el petróleo en crudo, en el gas natural y como producto derivado del refinado del petróleo. El propano no reacciona vigorosamente a temperatura ambiente; pero sí reacciona a

dicha temperatura al mezclarlo con cloro y exponerlo a la luz. A temperaturas más altas, el propano arde en contacto con el aire, produciendo dióxido de carbono y agua, por lo que sirve como combustible. El punto de fusión del propano es de  $-189,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  y su punto de ebullición de  $-42,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **2.2.4 Butano**

Cualquiera de los dos hidrocarburos saturados o alcanos, de fórmula química  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . En ambos compuestos, los átomos de carbono se encuentran unidos formando una cadena abierta. En el n-butano (normal), la cadena es continua y sin ramificaciones, mientras que en el i-butano (iso), o metilpropano, uno de los átomos de carbono forma una ramificación lateral. Esta diferencia de estructura es la causa de las distintas propiedades que presentan. Así, el n-butano tiene un punto de fusión de  $-138,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; mientras que el i-butano tiene un punto de fusión de  $-145\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $-10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .”<sup>14</sup>

## **2.2.5 Capacidad de vaporización**

Por lo general el Gas Licuado de Petróleo (GLP), se extrae de los tanques para ser utilizado en estado de vapor. Cada litro de líquido (mezcla 70-30) del recipiente es capaz de producir 262 litros de vapor. Esta propiedad permite disponer de recipientes relativamente pequeños para almacenar el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y obtener grandes cantidades de gas vapor. Para hacer una comparación práctica de esta propiedad diríamos que el líquido contenido en dos (2) cilindros de 45 kilogramos (100 libras) de Gas Licuado de Petróleo (GLP) equivalen en estado de vapor a 44.407 litros, volumen aproximado de una gandola de 12.000 galones.  $2 \times 45 \times 262 = 44.407$  litros de gas-vapor aproximado a 12.000 galones 0.531 de gas vapor

Entre otras equivalencias podemos anotar:

1Galón Líquido GLP = 1 metros cúbicos de vapor

1kg. Líquido GLP = 0.5 metros cúbicos de vapor

1 lb. Líquido GLP = 8 pies cúbicos de vapor

## **2.2.6 Peso específico**

El peso específico del gas varía según sea la presión y la temperatura a la que se encuentre, definida generalmente la presión atmosférica y 60°F (15.56°C). El Gas Licuado de Petróleo (GLP) se encuentra formado por las fases líquida y gaseosa, por lo tanto cuando se hable de densidad o peso específico se debe especificar claramente a la fase que nos referimos.

El peso específico en general lo podemos definir como la unidad e volumen Expresado en: kg/m<sup>3</sup>, kg/lit, lb/galón, lb/ft<sup>3</sup>, etc.

### **2.2.7 Poder calorífico**

Es la cantidad de energía liberada por una sustancia cuando alcanza su completa combustión. Es medido en kilocalorías por cada kilogramo o litro como también en BTU por libras.

En el caso del Gas Licuado de Petróleo (GLP) le podemos determinar como la cantidad de energía producida por el Gas Licuado de Petróleo (GLP), por ejemplo: 1kg de Gas Líquido produce 11.938 kcal. (Kilocalorías). A lo anotado, incrementamos las especificaciones que el Gas Licuado de Petróleo (GLP) debe cumplir para su comercialización, por tanto es necesario que la Industria del Gas Licuado de Petróleo (GLP), oriente sus cambios hacia los aspectos comerciales, lo que incrementará su importancia con relación a sus propiedades y pruebas establecidas con propósitos comerciales.

### **2.2.8 Coeficiente de expansión volumétrica**

El Gas licuado de Petróleo (GLP) al pasar del estado líquido a estado vapor, se multiplica por 262 veces en volumen; lo que permite almacenar en tanques pequeños grandes cantidades de Gas-Vapor.

### **2.2.9 Peso molecular**

Es el peso relativo de material representado por un símbolo químico, el cual interviene en la reacción química.

El número que se encuentra en la parte superior de cada símbolo en la ecuación química balanceada, representa el número de moléculas que participan en la reacción química. Esta

puede ilustrarse por una ecuación química que representa la combustión perfecta del propano, el cual se descompone en los siguientes elementos de combustión:

Propano C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O

## **2.2.10 Especificaciones del gas licuado de petróleo según las normas INEN.**

### **2.2.10.1 Volatilidad de azufre**

El producto inicial no debe contener más de 15 gramos de azufre por cada 100 Ft<sup>3</sup> de producto. (1 gramo 0.06 g).

### **2.2.10.2 Componentes corrosivos**

El producto debe ser libre de componentes corrosivos

### **2.2.10.3 Sequedad**

El producto no debe contener agua intrínseca, debe ser seco.

### **2.2.10.4 Punto de Rocío**

Es muy importante debido a que el punto de rocío es una medida de las dificultades que podrían presentarse en el almacenamiento y transporta de Gas Licuado de Petróleo (GLP) vaporizado.

También le podemos definir como punto de rocío a la temperatura mínima a la cual el gas se mantiene en su factor de seguridad y puede ser calculado a partir de los resultados del análisis fraccionario a - baja temperatura, también puede determinarse experimentalmente usando aparatos registrados que nos dan lecturas continuas de las temperaturas a los cuales comienza la condensación.

### **2.2.10.5 Odorantes**

Por seguridad todo Gas Licuado de Petróleo (GLP) debe ser Odorizado necesariamente con un agente preparado para este propósito, dándole un olor distintivo en presencia del aire, de esta manera habrá una prevención para incendios y de esta manera se evitará accidentes.

El odorante se le aplica al Gas Licuado de Petróleo (GLP) de esta forma:

1 libra de etil-mercaptano (etanotiol  $C_2H_6S$ ) o 1.4 de metil-mercaptano ( $CH_4S$ ) por cada 10.000 galones de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

## **2.3 Propiedades del Gas Licuado de Petróleo**

Su estado a presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y  $20^\circ C$ ), el gas licuado de petróleo se encuentra en estado gaseoso, para obtener líquido a presión atmosférica, la temperatura del butano debe ser inferior a  $-0,5^\circ C$  y la del propano a  $-42,2^\circ C$ . En cambio, para obtener líquido a temperatura ambiente, se debe someter al GLP, a presión, para el butano, la presión debe ser de más de 2 atmósferas, para el propano, la presión debe ser de más de 8 atmósferas. Un litro de líquido se transforma en 272,6 litros de gas para el propano y 237,8 litros de gas para el butano.

Al aumentar la temperatura del GLP, que se encuentra dentro de un tanque cerrado, aumenta su presión. Esto es debido a que aumenta la presión de vapor y además el líquido se expande. Por lo tanto, nunca se debe calentar un recipiente que contiene GLP, y tampoco se debe llenar totalmente un recipiente con GLP, líquido sino que se debe dejar un espacio de por lo menos el 15% del volumen total del recipiente para la dilatación del líquido.

La densidad y presión de vapor varían según la composición ya que la densidad y peso específico son mayores que el aire, por lo que el GLP resulta más pesado que éste. Por lo tanto una nube de GLP tenderá a permanecer a nivel del suelo.

Aire = 1,

Propano = 1,5

Butano = 2

El GLP, líquido es más liviano y menos viscoso que el agua, por lo que hay que tener cuidado ya que puede pasar a través de poros donde ni el agua, diésel pueden hacerlo.

Se utiliza en el fraccionamiento de cilindros, su máxima exposición permisible para las personas es de 1.000 partes de GLP, por 1.000.000 de partes de aire (1000 ppm.), promedias sobre un turno de trabajo de ocho horas.

El rango de inflamabilidad (mezcla explosiva) la de propano esta entre 2,3 y 9,5% de gas en aire y del butano entre los 1,9 y 8,5% de gas en aire.

Los materiales de extinción son tanto el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). El polvo químico y la niebla de agua (para enfriar y dispersar)

Este producto en estado gaseoso puede causar asfixia simple y deprimir el sistema nervioso central, en estado líquido puede provocar quemaduras por congelamiento e irritación de la piel, no hay suficiente información de que produzca efectos sistémicos crónicos por exposición industrial, no obstante el GLP contiene compuestos de azufre (mercaptanos) propios o que se le adicionan como odorizantes para identificar posibles fugas.

El GLP es un gas inflamable a temperatura ambiente y presión atmosférica, por lo tanto deben aplicarse los estándares establecidos para el diseño de todas las instalaciones para su uso y manejo tales como tanques de almacenamiento, tuberías y llevaderos. Es importante tener en cuenta que el GLP genera vapores desde una temperatura de 42 °C, los cuales al mezclarse con el aire en proporciones entre 1.9 y 9.5% en volumen, forman mezclas inflamables y explosivas, y como tiene una densidad aproximadamente de 1.8 veces mayor que la del aire, un escape puede ser muy peligroso debido a que sus vapores tiende a concentrarse en las zonas bajas y donde hay mayor riesgo de encontrar puntos de ignición tales como interruptores eléctricos, pilotos de estufas de gas, tomas de corriente eléctrica, lámparas y puntos calientes.

Al evaporarse, el GLP ocupa en forma gaseosa un volumen aproximado de 250 veces su volumen en forma líquida.

- No es tóxico, pero puede provocar asfixia.

- Puede ocasionar irritaciones en contacto con la piel y con los ojos.
- Es altamente inflamable, su combustión es muy rápida generando altas temperaturas.
- El GLP está compuesto, mayoritariamente, por propano y butano.
- Posee una gran capacidad de expansión, de estado líquido a gaseoso aumenta su volumen 270 veces aproximadamente.
- El GLP en estado gaseoso, es más pesado que el aire, por ello, en caso de fugas tiende a ubicarse o depositarse en lugares bajos. En estado líquido el GLP es más liviano que el agua.
- El GLP es un combustible que en determinados porcentajes con el aire forma una mezcla explosiva, presentando un Límite de Inflamabilidad para el propano entre 2.15 y 9.60% de gas en aire, y para el butano, entre 1.55 y 8.60% de gas en aire.

Tabla N°3: Propiedades aproximadas del Gas Licuado de Petróleo

	Propano Comercial	Butano Comercial
Presión de vapor en kPa ( presión absoluta) a:		
20°C	1.000	220
40°C	1.570	360
45°C	1.760	385
55°C	2.170	580
Peso específico	0,504	0,582
Punto de ebullición inicial a 1,00 atm de presión, °C	- 42	- 9
Peso por metro cúbico de líquido a 15,56°C, kg	504	582
Calor específico del líquido, kilojoules por kilogramo, a 15,56°C	1,464	1,276
Metros cúbicos de vapor por litro de líquido a 15,56°C	0,271	0,235
Metros cúbicos de vapor por kilogramo de líquido a 15,56°C	0,539	0,410
Peso específico del vapor (aire = 1) a 15,56°C	1,50	2,01
Temperatura de ignición en aire, °C	493-549	482-538
Temperatura máxima de llama en aire, °C	1.980	2.008
Límites de inflamabilidad en aire, % de vapor en la mezcla aire-gas:		
Inferior	2,15	1,55
Superior	9,60	8,60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición:		
Kilojoules por kilogramo	428	388
Kilojoules por litro	216	226
Cantidad de calor total luego de la vaporización:		
Kilojoules por metro cúbico	92.430	121.280
Kilojoules por kilogramo	49.920	49.140
Kilojoules por litro	25.140	28.100

Fuente: Código del Gas Licuado de Petróleo. NFPA 58 – Edición 2004.

### 2.3.1 Composición del Gas Licuado de Petróleo que entra en la Refinería

A continuación podremos observar la composición el GLP que ingresan a la refinería de Esmeraldas.

Metano            44.8 %



Etano	10.7 %
Propano	15.8 %
Butano	8.6 %
Pentano	4.8 %
Nitrógeno	2.6 %
CO2	12.7 %

## 2.4 El Etilmercaptano

Un mercaptano es un compuesto que contiene un grupo funcional formado por un átomo de azufre y un átomo de hidrogeno (-SH). Siendo el azufre análogo de un grupo alcohol (-OH), este grupo funcional es llamado grupo tiol o grupo sulfhidrilo.

Etilmercaptano: CH<sub>3</sub>-S-H

Los mercaptanos inferiores reaccionan con la soda cáustica formando mercáptidos de sodio que son compuestos térmicamente inestables, al revés del disulfuro sódico. Esta propiedad permite eliminarlos por un lavado cáustico, pudiéndose regenerar la soda empleada, al descomponerse los mercáptidos por calentamiento, como se verá más adelante.

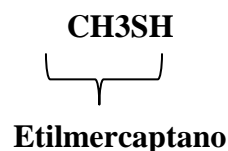
Los mercaptanos superiores no reaccionan con la soda cáustica y deben ser transformados en otros compuestos sulfurados (disulfuro) por los tratamientos de endulzamiento que se describen más tarde.

El olor de los compuestos sulfurados es tanto mayor mientras menor sea su peso molecular y por consiguiente los destilados livianos tienen, en general, un olor más fuerte que los destilados pesados o el fuel oil, a pesar que en estos últimos el porcentaje de azufre es mucho mayor.

- La corrosión en los productos terminados no tiene gran importancia si éstos se emplean a temperaturas relativamente bajas, en que sólo son corrosivos el H<sub>2</sub>S y los compuestos sulfurados volátiles de bajo peso molecular.
- Este olor muy fuerte de los compuestos sulfurados livianos se utiliza en la odorización del gas licuado; por razones de seguridad se le inyectan cantidades muy pequeñas de

mercaptano metílico, que al volverlo muy fuerte permite detectar escapes en las instalaciones domésticos.

- Es una sustancia química de olor fuerte como a col podrida, derivada de sustancias naturales que se encuentran en numerosos medios orgánicos, la sangre, el cerebro y otros animales, así como en varios vegetales, también se lo encuentra en heces de animales produciéndose de forma natural por la descomposición de la materia orgánica, el etilmercaptano se le añade al Gas Licuado de Petróleo por condiciones de seguridad para poder detectar la fuga, es más denso que el aire y puede extenderse a nivel del suelo, por combustión, formación de monóxido de carbono, óxidos de azufre y sulfuro de hidrógeno; la sustancia es un ácido débil, reacciona con oxidantes originando riesgo de incendio y explosión, y reacciona vigorosamente con ácidos fuertes y bases originando riesgo tóxico”



#### **2.4.1 Propiedades físico-químicas del Etil Mercaptano**

Aspecto y color: Líquido incoloro.

Olor: Acre

Presión de vapor: 589 kPa a 20°C

Densidad relativa de vapor (aire=1): 2.14

Solubilidad en agua: 0.68 g/ 100 ml a 20°C

Punto de ebullición: 35°C

Punto de fusión: -144.4°C

Peso molecular: 62.13

#### **2.4.2 Estabilidad y reactividad del Etilmercaptano**

- El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.
- Por combustión, formación de monóxido de carbono, óxidos de azufre y sulfuro de

hidrógeno. La sustancia es un ácido débil. Reacciona con oxidantes originando riesgo de incendio y explosión. Reacciona vigorosamente con ácidos fuertes y bases originando riesgo tóxico.

- Condiciones que deben evitarse: Fuentes de calor e ignición.
- Materiales a evitar: Oxidantes, bases y ácidos fuertes.
- Productos de descomposición: Monóxido de carbono, óxidos de azufre, sulfuro de hidrógeno.
- Polimerización: No aplicable.

## **2.5 Proceso de Producción de la Planta Envasadora de GLP**

“La empresa ENI ECUADOR S.A. comercializa Gas Licuado de Petróleo, de la marca AgipGas en cilindros de 15 Kg, 45 Kg y al granel, para satisfacer las necesidades energéticas domésticas, comerciales e industriales en el territorio ecuatoriano.

La Planta Pifo, forma parte de la estructura de almacenamiento y envasado de GLP de ENI ECUADOR S.A., conjuntamente con las plantas de Isidro Ayora (ESAIN-Guayas), Ibarra (Imbabura) y Ambato (Tungurahua).

En la Planta Pifo se realizan las siguientes operaciones:

- Carga y descarga de GLP
- Almacenamiento de GLP en 11 tanques estacionarios (TEP-01, TEP-02, TEP-03, TEP-04, TEP-05, TEP-06, TEP-07, TEP-08, TEP-09, TEP-10, TEP-11) con una capacidad de almacenamiento de la planta es de 823 m<sup>3</sup>
- Envasado de GLP en los cilindros de 15 Kg y 45 Kg
- Distribución de los cilindros envasados con GLP para los diferentes centros de acopio
- Mantenimiento de cilindros
- Mantenimiento de las unidades de transporte de GLP al granel (autotanques)” (Fuente: Auditoria Ambiental de Cumplimiento de la Planta Pifo de Eni Ecuador S.A: 2012, elaborado por PSI.

## 2.5.1 Ubicación geográfica

La Planta “Pifo” de ENI ECUADOR S.A. se encuentra ubicada en el Km. 14,5 de la Vía Sangolquí – Pifo, en la Parroquia Pifo, Cantón Quito, Provincia de Pichincha, en una zona industrial. Las coordenadas geográficas centrales del polígono de ubicación de las instalaciones son: 00° 17’ 26.20" S; 78° 21’ 16.24" O y coordenadas UTM: 794.478 E, 9’967.844 N (DATUM: WGS 84). La planta limita al norte, noreste y sureste con la quebrada El Inga y quebrada Rumipugyo, al sur con el Terminal Oyambaro de Petrocomercial y al oeste con la quebrada San Juan, la Planta de Pifo se encuentra emplazada en un terreno de forma irregular y ocupa un área de 40.000 m<sup>2</sup> (área delimitada por el cerramiento), cuenta con edificaciones de hormigón armado y de estructura metálica y su implantación.

El terreno perteneciente a ENI ECUADOR S.A. se encuentra dividido en tres secciones:

Planta industrial.- ocupa 40.000 m<sup>2</sup>.

- Área de Protección o seguridad.- Abarca un área de 150.000 m<sup>2</sup>
- Área adicional de propiedad de ENI ECUADOR S.A. y cuyos límites son las quebradas cercanas, con una extensión aproximada de 280.000 m<sup>2</sup>.

Figura N°1: Tanques Estacionarios de la Planta Pifo



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

## 2.5.2 Áreas de Producción

### 2.5.2.1 Isla de carga-descarga de GLP

La planta cuenta con una isla de carga-descarga, ubicada en el sector oeste del predio, adecuada para la descarga de 2 autotanques a la vez, la cual está conformada por dos líneas de tuberías, una de 3” para la fase líquida y la otra de 2” para la fase vapor, cada línea dispone de válvulas de servicio neumáticas, de exceso de flujo y en la línea principal de líquido una de no retorno, una de corte manual y una de corte neumático de seguridad.

La isla cuenta con pinzas para conectar los autotanques a tierra. Se observa la señalización del área con letreros de seguridad, un sistema de enfriamiento y extintores contra incendios portátiles; además de un monitor en su proximidad.

Figura N°2: Isla de Carga y Descarga de Autotanques



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

### **2.5.2.2 Área de almacenamiento de GLP**

El área de tanques de almacenamiento se encuentra ubicada en el sector norte del predio, ocupa aproximadamente 3770 m<sup>2</sup> y cuenta con 10 tanques cilíndricos horizontales de diferentes capacidades teóricas, construidos bajo el código ASME y certificados por el INEN. La capacidad de almacenamiento de la planta es de **823 m<sup>3</sup>** Cada tanque posee tuberías de acero con los respectivos accesorios para operar con GLP. Las tuberías se encuentran identificadas con el color amarillo para la fase de vapor, color blanco para la fase líquida y rojo para el sistema contra incendios.

Los tanques están protegidos por medio de una red de tuberías de agua a presión, además se han instalado monitores y anillos individuales de aspersion de agua para el enfriamiento en caso de posibles flagelos, así como extintores de polvo químico. Adicionalmente se ha instalado un sistema de pararrayos.

Los tanques cuentan con el rombo de seguridad y con los rótulos: “Peligro Inflamable” y “Prohibido Fumar”

### **2.5.2.3 Cuarto de bombas y compresores**

En el área de bombas y compresores se realizan las operaciones de manipuleo de GLP, tanto para transferencia como para alimentación.

Se encuentra en el sector norte del predio, ocupa un área de 220 m<sup>2</sup>. Cuenta con tres bombas centrífugas SIHI de 32 m<sup>3</sup>/hora de capacidad, instaladas una para cada carrusel y la tercera como stand by de soporte con motores eléctricos antiexplosión.

Los compresores de GLP son utilizados para las operaciones de trasiego de GLP desde los autotanques al sistema de almacenamiento. Además se utiliza un compresor para cada línea o autotanque y un tercero para actividades de evacuación de GLP de cilindros rechazados.

Las tuberías utilizadas para el transporte de GLP en la fase líquida, son de acero tipo A53, sin costura, cédula 40 u 80 mientras que las tuberías utilizadas para transportar la fase vapor son del mismo material pero de cédula 40.

La red de tuberías cuenta con accesorios tales como: válvulas de no retorno, válvulas de bola, válvulas de compuerta, válvulas de exceso de flujo, filtros, tes y codos.

#### **2.5.2.4 Nave de envasado**

Se encuentra ubicada en el sector norte del predio, en un galpón de estructura metálica de 2.820 m<sup>2</sup> de superficie aproximadamente.

La Planta cuenta con 2 carruseles semiautomáticos de envasado de 24 balanzas automáticas cada uno, este envasado sirve para los cilindros de 15 Kg.

El área cuenta con letreros de seguridad alusivos al uso obligatorio de equipos de protección personal

#### **2.5.2.5 Oficinas administrativas**

Las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en una edificación de hormigón armado de dos plantas ubicada en el sector sur del predio, junto a las oficinas administrativas se encuentra el comedor y la cocina de la planta. La planta cuenta adicionalmente con un dispensario médico y sala de reuniones y capacitación

#### **2.5.2.6 Taller de mantenimiento automotriz**

Se encuentra ubicado en el sector este del predio, ocupa un área de 2.250 m<sup>2</sup> aproximadamente. En el taller se realiza el mantenimiento básico a los vehículos de la empresa.

#### **2.5.2.7 Taller de mantenimiento de cilindros**

Se encuentra ubicado en el sector este del predio, ocupa un área de 8.800 m<sup>2</sup>. El galpón cuenta con letreros de seguridad que indican el uso obligatorio de equipos de protección personal y letreros que detallan los procedimientos operacionales de las diferentes áreas de trabajo, aquí se centra la investigación, en el taller de mantenimiento de cilindro se realizan las siguientes actividades:

- Clasificación de Cilindros

- Determinación de la medida de la Chapa de los casquetes
- Desacople de válvulas
- Prueba de estanqueidad para válvulas
- Energización de cilindros
- Enderezado de asas y bases del cilindro
- Corte de asas y bases
- Soldadura de asas y bases
- Prueba hidrostática para verificación de fugas y deformaciones
- Granallado
- Registro y Marcado de cilindros
- Pintura de cilindros
- Colocación de la Tara
- Colocación de la Válvula
- Prueba de estanqueidad

Figura N°3: Taller de Mantenimiento de Cilindros



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora



## **2.6 Riesgo Químico**

El Riesgo químico es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición. Dependiendo de qué producto se maneje, las consecuencias pueden ser graves problemas de salud en los trabajadores. Actualmente, casi todos los trabajadores están expuestos a algún tipo de riesgo químico porque se utilizan productos químicos en casi todas las ramas de la industria.

Factores que determinan el tipo de efecto tóxico que puede provocar un producto químico.

- La composición química de la sustancia.
- La forma del Químico
- La vía de ingreso en el organismo.

### **2.6.1 Sustancia química peligrosa**

Es todo material nocivo o perjudicial, que durante su fabricación, almacenamiento, transporte o uso, puede generar o desprender humos, gases, vapores, polvos o fibras de naturaleza peligrosa, ya sea explosiva, inflamable, tóxica, infecciosa, radiactiva, corrosiva o irritante en cantidad que tengan probabilidad de causar lesiones y daños a personas, instalaciones o medio ambiente.

Según su peligrosidad se clasifican en:

#### **2.6.1.1 Explosivos**

Sustancias y preparaciones que pueden explotar bajo efecto de una llama o que son sensibles a los choques o fricciones. Por ejemplo: Nitroglicerina Precaución: evitar golpes, sacudidas, fricción, flamas o fuentes de calor.

### **2.6.1.2 Inflamables**

Sustancias y preparaciones: que pueden calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a una temperatura normal sin empleo de energía o que, en contacto con el agua o el aire húmedo, desenvuelven gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas. Por ejemplo: Benceno, Etanol, Acetona, etc. Precaución: evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).

### **2.6.1.3 Extremadamente inflamables**

Sustancias y preparaciones líquidas, cuyo punto de inflamación se sitúa entre los 21 °C y los 55 °C. Por ejemplo: Hidrógeno, Etino, Éter etílico, etc. Precaución: evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).

### **2.6.1.4 Comburentes**

.Sustancias que tienen la capacidad de incendiar otras sustancias, facilitando la combustión e impidiendo el combate del fuego. Por ejemplo: Oxígeno, Nitrato de potasio, Peróxido de hidrógeno, etc. Precaución: evitar su contacto con materiales combustibles.

### **2.6.1.5 Corrosivos**

Estos productos químicos causan destrucción de tejidos vivos y/o materiales inertes. Por ejemplo: Ácido clorhídrico, Ácido fluorhídrico, etc. Precaución: No inhalar y evitar el contacto con la piel, ojos y ropas.

### **2.6.1.6 Irritante**

Sustancias y preparaciones no corrosivas que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, pueden provocar una reacción inflamatoria. Por ejemplo: Cloruro de calcio, Carbonato de sodio, etc. Precaución: los gases no deben ser inhalados y el contacto con la piel y ojos debe ser evitado.

### **2.6.1.7 Nocivos**

Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden implicar riesgos a la salud de forma temporal o alérgica. Por ejemplo: Etanol, Diclorometano, Cloruro de potasio, etc. Precaución: debe ser evitado el contacto con el cuerpo humano, así como la inhalación de los vapores.

### **2.6.1.8 Tóxicos**

Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden implicar riesgos graves, agudos o crónicos a la salud. Por ejemplo: Cloruro de bario, Monóxido de carbono, Metanol, etc. Precaución: todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.

### **2.6.1.9 Muy tóxicos**

Por inhalación, ingesta o absorción a través de la piel, provoca graves problemas de salud e inclusive la muerte. Por ejemplo: Cianuro, Trióxido de Arsenio, Nicotina, etc. Precaución: todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.

### **2.6.1.10 Radiactivos**

Sustancias que emiten radiaciones nocivas para la salud.

## **2.6.2 Peligros para el medio ambiente**

El contacto de los contaminantes químicos con el medio ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo. Precauciones: debido a su riesgo potencial, no debe ser liberado en las cañerías, en el suelo o el medio ambiente. Tratamientos especiales tienen que ser tomados.

Estas sustancias se representan con símbolos de reconocimiento universal, que se denominan pictogramas, que se representan en caracteres negros sobre fondo amarillo, a excepción del que representa sustancias nocivas o irritantes, que se representan sobre fondos naranjas para evitar la confusión con las señales de tránsito.

## **2.6.3 Tipos de contaminantes Químicos**

La forma material de un producto químico puede influir en como penetra en el organismo y en alguna medida en el daño que provoca. Las principales formas materiales de los productos químicos son sólidos, polvos, líquidos, vapores y gases.

### **2.6.3.1 Sólidos**

Los sólidos son las formas de los productos químicos que es probable que ocasionen envenenamiento químico, aunque algunos pueden provocar envenenamiento si tocan la piel o pasan a los alimentos cuando se ingieren. Los productos químicos en forma sólida pueden desprender vapores tóxicos que se pueden inhalar, y los sólidos pueden ser inflamables y explosivos, además de corrosivos para la piel.

### **2.6.3.2 Polvos**

Los polvos son pequeñas partículas de sólidos. El principal peligro de los polvos peligrosos es que se pueden respirar y penetrar en los pulmones. Las partículas más pequeñas son las más peligrosas porque pueden penetrar en los pulmones y tener efectos dañinos, o bien ser

absorbidas en la corriente sanguínea y pasar a partes del organismo, o pueden causar lesiones a los ojos. En determinadas condiciones los polvos pueden explotar, por ejemplo en silos de cereales o en harineras.

### **2.6.3.3 Líquidos**

Muchos productos químicos líquidos desprenden vapores que se pueden inhalar y ser sumamente tóxicos, según la sustancia de la que se trate. La piel puede absorber las sustancias químicas líquidas. Algunos productos pueden dañar inmediatamente la piel y otros pasan directamente a través de la piel a la corriente sanguínea por lo que pueden trasladarse a distintas partes del organismo. Las humedades y los vapores son a menudo invisibles.

### **2.6.3.4 Vapores**

Muchas sustancias químicas líquidas se evaporan a temperatura ambiente, lo que significa que forman un vapor y permanecen en el aire. Los vapores de algunos productos químicos pueden irritar los ojos y la piel y su inhalación puede tener consecuencias graves en la salud. Los vapores pueden ser inflamables o explosivos.

### **2.6.3.5 Gases**

Sustancias que a presión y temperatura normales son gases o vapores provenientes de sustancias líquidas o sólidas, su tamaño están a nivel de moléculas. Tienen la propiedad de mezclarse íntimamente con el aire constituyendo una mezcla homogénea algunos gases producen efectos irritantes inmediatamente y otros pueden advertirse únicamente cuando la salud está gravemente dañada. Los gases pueden ser inflamables o explosivos.

## **2.6.4 Clasificación de los contaminantes químicos según los efectos que producen en el organismo**

Irritantes: Son aquellos compuestos químicos capaces de producir una inflamación en el tejido

donde actúan, actúan principalmente piel, ojos y mucosas del sistema respiratorio.

- **Neumoconióticos:** Productos en forma de polvo o humos que producen algún tipo de efecto a nivel pulmonar.
- **Tóxicos sistémicos:** Ejercen su acción sobre un determinado órgano o sistema
- **Anestésicos y narcóticos:** Actúan sobre el sistema nervioso central, limitando la actividad cerebral.
- **Productores de dermatosis:** Son sustancias que independientemente de que puedan ejercer otros efectos tóxicos sobre el organismo, en contacto con la piel originan cambios en la misma a través de diferentes formas.
- **Cancerígenos:** Son sustancias que pueden intervenir en la generación del cáncer.
- **Asfixiantes:** Capaces de impedir o dificultar el transporte de oxígeno hasta las células.
- **Sensibilizantes:** Producen reacciones alérgicas en algunos individuos expuestos a ellos, que pueden traducirse en afecciones de la piel (dérmicas) o respiratorias.

### **2.6.5 La exposición a productos químicos tóxicos**

La exposición a productos químicos tóxicos puede provocar también tasas mayores de accidentes laborales. Por ejemplo, los productos químicos como los solventes y los asfixiantes pueden frenar las reacciones de un trabajador al afectar a su sistema nervioso o reducir la cantidad de oxígeno que llega a sus pulmones. La lentitud en reaccionar puede ser muy grave (e incluso fatal) si el trabajador se encuentra en una situación peligrosa que exige una respuesta inmediata. Sin embargo cuando sucede un accidente, se culpa al trabajador, afirmando que no ha tenido cuidado. Esta tendencia a "echar la culpa a la víctima" es otro motivo más para conocer los productos con los que se trabaja, cuidar que se apliquen las adecuadas medidas de control que se tiene en el puesto de trabajo.

## **2.7 Vías de ingreso a los contaminantes químicos laborales**

### **2.7.1 Inhalación.**

Las partículas muy finas, los gases y los vapores se mezclan con el aire, penetran en el sistema respiratorio, siendo capaces de llegar hasta los alvéolos pulmonares y de allí pasar a la sangre. Según su naturaleza química provocarán efectos de mayor a menor gravedad atacando a los órganos (cerebro, hígado, riñones, etc.). Y por eso es imprescindible protegerse. Las partículas de mayor tamaño pueden ser filtradas por los pelos y el moco nasal, donde quedarán retenidas. Algunos de los gases tóxicos que actúan por absorción inhalatoria:

- Monóxido de carbono
- Ácido cianhídrico
- Sulfuro de hidrógeno
- Vapores de mercurio

Otras intoxicaciones pueden ser producidas por absorción de vapores procedentes de disolventes como:

- Benceno
- Metanol
- Nitrobenceno

### **2.7.2 Absorción cutánea**

El contacto prolongado de la piel con el químico, puede producir intoxicación por absorción cutánea, ya que el tóxico puede atravesar la barrera defensiva y ser distribuido por todo el organismo una vez ingresado al mismo. Son especialmente peligrosos los tóxicos liposolubles como los insecticidas y otros pesticidas.

### 2.7.3 Ingestión

El químico ingerido conlleva un riesgo específico dependiendo de su naturaleza, siendo diferente la gravedad del accidente y la urgencia de su atención. Algunas sustancias muestran su efecto tóxico de forma inmediata, especialmente aquellos de acción mecánica (como los corrosivos), pero otros no lo hacen hasta después de su absorción en el tubo digestivo, distribución y metabolización, por lo cual pueden aparentar ser inocuos en un primer momento.

### 2.8 Toxicología del Etilmercaptano

El etilmercaptano es peligroso en caso de contacto cutáneo (irritante, corrosivo), muy peligroso en caso de contacto con los ojos (irritante) y de inhalación (irritante de pulmón), peligroso en caso de contacto con la piel (permeable) y de ingestión. La inflamación del ojo se caracteriza por enrojecimiento, lagrimeo y picazón, la inflamación de la piel es caracterizada por picazón, descamación, enrojecimiento o producción ocasional de ampollas. (MASS, Grupo Transmerquin, Hoja de Datos de Seguridad).

“El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante, por combustión, formación de monóxido de carbono, óxidos de azufre y sulfuro de hidrógeno, la sustancia es un ácido débil, reacciona con oxidantes originando riesgo de incendio y explosión, reacciona vigorosamente con ácidos fuertes y bases originando riesgo tóxico, la sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y del aerosol. En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire, también puede tener efectos sobre el sistema nervioso central, dando lugar a convulsiones y a paro respiratorio” (Mercaptano, red de intercambio de Información Química gobierno de España).

Factores que intervienen en la toxicidad:

- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Ventilación



## 2.8.1 Vías de exposición del Etilmercaptano

El etilmercaptano puede entrar al organismo por varios caminos como son:

- Contacto cutáneo
- Inhalación
- Ingestión

## 2.9 Límites de Exposición Laboral

Los límites de exposición hacen referencia a concentraciones de sustancias en el aire que por debajo, la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos para su salud. (Manual de Higiene Industrial, editorial Mapfre).

TLV (propano): 1000 ppm

TLV (butano): 1000 ppm

TLV (etil mercaptano): 0.5 ppm

El TLV (valor límite umbral), es el valor límite más característico, sin embargo se admite que dada la variabilidad de la susceptibilidad individual, un porcentaje de trabajadores puede experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias o concentraciones iguales o inferiores al límite umbral e incluso en menor grado pueden verse afectados por un agravamiento de dolencias previas o por la aparición de una enfermedad profesional.

El TWA (propano): 1000 ppm

El TWA (butano): 1000 ppm

El TWA (etilmercaptano): 0.5 ppm

El TWA (media ponderada en el tiempo), para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos.

El umbral de olor (etil mercaptano): 0.002 ppm

El umbral de olor es la concentración de esa sustancia para el cual el 50% de las personas sometidas al estudio perciben su olor

## **2.10 Factores ambientales que intervienen en la toxicidad del Etil Mercaptano**

### **2.10.1 Microclima**

La mayoría de los trabajos se ejecutan en lugares cerrados o semicerrados. En ellos se generan unas condiciones climáticas que, aunque influidas por el clima externo, difieren normalmente de éste. Algunos trabajos tienen temperaturas extremas, pero la mayoría pueden y deben realizarse en un ambiente confortable.

En un ambiente confortable no se perciben fluctuaciones de temperatura, falta de aire o corrientes de aire. Los factores que más influyen en el confort ambiental son la temperatura, la humedad y la ventilación. Estos factores interactúan entre sí; por ejemplo, si hay mucha humedad parece que hay más calor de lo que indica la temperatura real, o si hay movimiento de aire, la temperatura parece menor.

Es imposible definir con exactitud los parámetros de un ambiente confortable, entre otras razones, porque las personas se sienten confortables en condiciones diferentes: cuando para una persona hace frío, otra encuentra ideal esa misma temperatura.

El microclima en el interior de la empresa debe ser lo más agradable posible y, en todo caso, adecuado al organismo humano y al tipo de actividad desarrollada.

### **2.10.1.1 Ventilación**

La ventilación consiste en la introducción de aire fresco en un determinado espacio, es un medio para el control del calor y de los contaminantes existentes en la atmósfera de los centros de trabajo.

No sirve cualquier sistema de ventilación, las características del sistema que se deba aplicar dependerán del régimen de emisión del calor y de los contaminantes, así como de su dispersión en la atmósfera del local.

La ventilación nunca debe crear corrientes de aire molestas. Así, por ejemplo, si se dispone de mucha ventilación localizada, se necesitará aportar aire suficiente al local para evitar corrientes.

Todos los locales deben estar bien ventilados, aunque el objetivo principal sea diferente:

En los locales industriales, la mayor necesidad suele ser la eliminación o dilución de los contaminantes (gases, humos, vapores...) para evitar una excesiva exposición de los trabajadores y reducir el calor ambiental.

No se debe utilizar el aire extraído de localizaciones internas de la empresa para ventilar; es decir, no se debe hacer recircular el aire que procede de cocinas, servicios, fotocopiadoras, o cualquier otra fuente de contaminación u olor.

Es importante adoptar un buen programa de mantenimiento de los sistemas de ventilación y de los aparatos de aire acondicionado. Su defectuoso funcionamiento, además de las molestias propias de una insuficiente renovación del aire, puede provocar la proliferación y difusión de agentes infecciosos.

Tabla N°4: Tipos de ventilación y sus diferentes utilidades

Tipos de ventilación y sus diferentes utilidades

Ventilación	Utilidades
<b>Natural</b>	Cargas de calor moderadas. Emisiones muy pequeñas de gases y vapores (menos de 1 cm <sup>3</sup> / minuto). No para humos o polvos. Oficinas con más de 50 m <sup>2</sup> /persona.
<b>General forzada</b> (ventilación por dilución)	Cargas de calor altas. Emisiones moderadas de gases y vapores (hasta 100 cm <sup>3</sup> /minuto). Oficinas con menos de 50 m <sup>2</sup> / persona.
<b>Localizada</b> (mediante sistemas de extracción)	Emisiones altas de contaminantes. Contaminantes peligrosos (incluso en cantidades pequeñas). Humos y polvos.
<b>De confort</b>	Para producir condiciones térmicas de bienestar.

Fuente: Microclima, tecnología y herramientas

### 2.10.1.2 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua en el aire, a una temperatura dada el aire puede alcanzar un máximo nivel de humedad, es la humedad de saturación (cuando caen gotas de agua).

La cantidad de humedad existente en relación con la humedad de saturación expresada en porcentaje es la humedad relativa.

La humedad relativa recomendable está entre el 40% y el 50%. Una humedad relativa alta (entre el 60-70%) con calor ambiental provoca sudoración, pero en este ambiente húmedo el sudor no puede evaporarse y aumenta la sensación de calor. Una humedad relativa menor del 30% produce:

- Sequedad de la piel y dermatitis.
- Dolores de cabeza.
- escozor de ojos y sinusitis.
- Aumento de la susceptibilidad a las infecciones.
- Sensación de falta de aire.

Tabla N°5: Valores Óptimos de temperatura y velocidad del aire según el tipo de trabajo efectuado

Valores óptimos de temperatura, humedad y velocidad del aire según el tipo de trabajo efectuado (método LEST)

<b>Tipo de trabajo</b>	<b>Temperatura óptima (°C)</b>	<b>Grado de humedad</b>	<b>Velocidad del aire (m/s)</b>
Trabajo intelectual o trabajo físico ligero en posición sentada	18 <sup>o</sup> a 24 <sup>o</sup>	40% a 70%	0,1
Trabajo medio en posición de pie	17 <sup>o</sup> a 22 <sup>o</sup>	40% a 70%	0,1 a 0,2
Trabajo duro	15 <sup>o</sup> a 21 <sup>o</sup>	30% a 65%	0,4 a 0,5
Trabajo muy duro	12 <sup>o</sup> a 18 <sup>o</sup>	20% a 60%	1,0 a 1,5

Fuente: Microclima, tecnología y herramientas

### **2.10.1.3 Temperatura**

#### **2.10.1.3.1 Frío**

El trabajo típico en un ambiente frío es el de las cámaras frigoríficas, también se está expuesto al frío en el trabajo al aire libre. Existen, además, multitud de puestos de trabajo en ambientes fríos, en el interior de locales o cuando se precisa un elevado recambio de aire para evitar contaminaciones.

Según la Guía Técnica relativa al RD 486/1997 de Lugares de Trabajo se recomienda evaluar el riesgo de estrés térmico por frío cuando la temperatura de los lugares de trabajo sea inferior a 10 °C.

Tabla N°6: Efectos de la exposición al Frio

La exposición a frío intenso produce dos tipos de efectos, unos localizados en la periferia del organismo y otros de tipo general.

<b>Efectos locales</b>	Entumecimiento de pies y manos. Disminución de la sensibilidad. Torpeza. Congelación: mejillas, orejas, dedos de pies y manos. Síndrome de inmersión (pie de trinchera).
<b>Efectos generales</b>	Pérdida de concentración. Confusión. Pérdida de coordinación. Coma hipotérmico.

Fuente: Microclima, tecnología y herramientas

### 2.10.1.3.2 Calor

Algunos trabajadores están expuestos a muy altas temperaturas que constituyen una seria amenaza para su salud. Todos los trabajadores que, sin llegar a estos extremos, estén expuestos a temperaturas más elevadas que las adecuadas a las características de su trabajo, pueden tener que soportar desde simples molestias hasta pérdidas en su salud.

Nuestro organismo necesita mantener su temperatura interna dentro de un estrecho margen de oscilación, entre 36 y 37°C, sin pérdida de bienestar.

La temperatura interna está regida por un sistema termorregulador que la mantiene constante. Cuando esto se tiene que hacer en condiciones desfavorables es a costa de pérdidas de bienestar y salud. En el caso de un ambiente caluroso, la respuesta del organismo va desde la simple sensación de malestar y otras manifestaciones, como disminución del rendimiento o cambios emocionales, hasta el shock térmico.

La exposición al calor determina la puesta en marcha de una serie de mecanismos para perder calor y así mantener la temperatura interna. Los más importantes son la producción de sudor, las modificaciones cardio-circulatorias y las modificaciones de la temperatura del organismo.

La evaporación del sudor es un mecanismo exclusivamente de eliminación de calor (a diferencia de otros mecanismos que pueden ser de eliminación o de captación de calor), pues

el sudor, para evaporarse, toma de la piel con la que está en contacto el calor necesario para el paso del estado líquido al de vapor.

No obstante, esto tiene un límite por encima del cual se producen fenómenos de deshidratación (pérdida de agua y sales) que se manifiestan como: calambres, pérdida de fuerza, disminución del rendimiento, de la atención y de la capacidad de respuesta.

Es importante destacar que la eliminación del calor se produce solamente cuando el sudor se evapora, no por el mero hecho de sudar; así, por ejemplo, es posible sudar mucho y no evaporar prácticamente nada de sudor, por lo que el efecto protector de la sudoración queda anulado.

La cantidad de sudor que puede evaporarse por unidad de tiempo depende fundamentalmente de dos variables ambientales:

- La velocidad del aire.
- La humedad.

Cuanto mayor sea la humedad existente en el ambiente de trabajo, más difícil es evaporar el sudor. Por el contrario, cuanto mayor sea la velocidad del aire, mayor será la cantidad de sudor que se evapora. Así que, si bien la sudoración es un mecanismo fisiológico de defensa frente al calor, su eficacia se ve mediatizada o condicionada por las condiciones ambientales. Si éstas son desfavorables, la capacidad protectora de la sudoración puede quedar invalidada. A través de la sudoración se puede perder hasta un 22% del calor.

El mecanismo más importante de transporte de calor del interior del organismo a la piel es a través del flujo sanguíneo. En condiciones extremas de calor y gasto energético, este flujo puede pasar de 6 litros/m<sup>2</sup>/hora a más de 250 litros/m<sup>2</sup>/hora, mediante una dilatación de los vasos sanguíneos al nivel de la piel.

### **2.10.1.3.3 El calor y los tóxicos**

La exposición a sustancias químicas puede verse incrementada por la acción del calor:

- El calor favorece la emisión de vapores de las sustancias volátiles.

- La cantidad de aire respirado, y por tanto de las sustancias tóxicas en él contenidas, puede aumentar en sujetos no aclimatados.
- La absorción respiratoria de tóxicos se incrementa por el aumento del flujo sanguíneo en los pulmones.
- Lo mismo ocurre al nivel de la piel.
- El calor puede modificar la acción irritativa de las sustancias sobre la piel.
- El aumento del sudor puede favorecer la absorción de ciertas sustancias.

## **2.11 Marco Legal**

La investigación está basada en cuerpos legales nacionales e internacionales con el objetivo de identificar, evaluar y comparar datos e información obtenida.

### **2.11.1 Constitución de la República del Ecuador**

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Art. 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de



realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

### **2.12.2 Decreto ejecutivo 2393 - medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos**

Art. 53. CONDICIONES GENERALES AMBIENTALES: VENTILACIÓN, TEMPERATURA Y HUMEDAD.

1. En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

2. En los locales de trabajo cerrados el suministro de aire fresco y limpio por hora y trabajador será por lo menos de 30 metros cúbicos, salvo que se efectúe una renovación total del aire no inferior a 6 veces por hora.

3. La circulación de aire en locales cerrados se procurará acondicionar de modo que los trabajadores no estén expuestos a corrientes molestas y que la velocidad no sea superior a 15 metros por minuto a temperatura normal, ni de 45 metros por minuto en ambientes calurosos.

4. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

5. (Reformado por el Art. 26 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fijan como límites normales de temperatura °C de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.
6. En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas se procurará evitar las variaciones bruscas.
7. En los trabajos que se realicen en locales cerrados con exceso de frío o calor se limitará la permanencia de los operarios estableciendo los turnos adecuados.
8. (Reformado por el Art. 27 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Las instalaciones generadoras de calor o frío se situarán siempre que el proceso lo permita con la debida separación de los locales de trabajo, para evitar en ellos peligros de incendio o explosión, desprendimiento de gases nocivos y radiaciones directas de calor, frío y corrientes de aire perjudiciales para la salud de los trabajadores.

## **CAPITULO III**

### **3. HIPÓTESIS**

Con el estudio de la exposición al etilmercaptano contenido en el GLP, en los trabajadores del área de desacople de válvulas de cilindros de la planta Pifo, se podrá conocer si los niveles de exposición se encuentran en valores tolerables para identificar si existe o no riesgo al estar en contacto con el GLP durante 3 horas diarias.

El diseño del presente proyecto se realizó a través de la investigación combinada: Descriptiva y Explicativa.

#### **3.1 Tipo de la investigación**

##### **3.1.1 Investigación Descriptiva**

Permite describir el estado actual del área de desacople de válvulas, brinda elementos para comparar la información obtenida in situ con la interpretación real de resultados producto de las mediciones realizadas en el área estudiada.

##### **3.1.2 Investigación Explicativa**

Se obtuvo una explicación de la relación entre las variables planteadas, donde intervienen factores micro climáticos, condiciones de trabajo, organización de la empresa y los contaminantes químicos gaseosos encontrados, en este estudio se logró establecer un análisis técnico en cada fase de estudio, se elaboró una propuesta con métodos de control en la fuente, en el medio y en el trabajador que permita evidenciar acciones para minimizar el riesgo del contaminante químico.

## **3.2 Métodos de Investigación**

### **3.2.1 Observación**

La información que se recolectó fue relevante y real al observar el área de trabajo, las condiciones de trabajo en la que los trabajadores están expuestos, en este tema incluye la manipulación de los cilindros que ingresan a mantenimiento, el contacto directo con el GLP, condiciones microclimáticas y horarios de exposición medias de ingeniera aplicadas, organización del trabajo, también permitió buscar alternativas de mejora durante el proceso de medición del ambiente de trabajo, para evidenciar se levantó un registro fotográfico con el objetivo de analizar lo antes expuesto en el área expuesta.

## **3.3 Población y muestra de la investigación**

### **3.3.1 Criterios**

Previamente a establecer la muestra a medir, se consideró varios criterios que justifican realizar las mediciones al ambiente de trabajo:

- **Gas Licuado de Petróleo**

Es un hidrocarburo, fuente de energía limpia que se utiliza en cocinas, es una mezcla de propano y butano

- **Etilmercaptano**

Odorante, que se le agrega al Gas Licuado de Petróleo para detectar fugas, contiene azufre.

- **Físicos**

El estado en el que se encuentran los agentes químicos a estudiar son GAS

- **Otros riesgos concurrentes**

La temperatura, humedad relativa y ventilación, inciden en la emisión de los contaminantes químicos gaseosos al ambiente de trabajo, sin duda estos factores pueden presentar síntomas que pueden producir riesgos concurrentes por la falta de aire en el puesto de trabajo.

- **Puesto de trabajo**

Se consideró este criterio debido a que en los procesos de la Planta esta área es la que presenta una exposición directa con el Gas Licuado de Petróleo, la ventilación es natural y varía por su ubicación, al igual que las entradas de aire y velocidad de viento en el puesto de trabajo.

Figura N°4: Área de Desacople de Válvulas



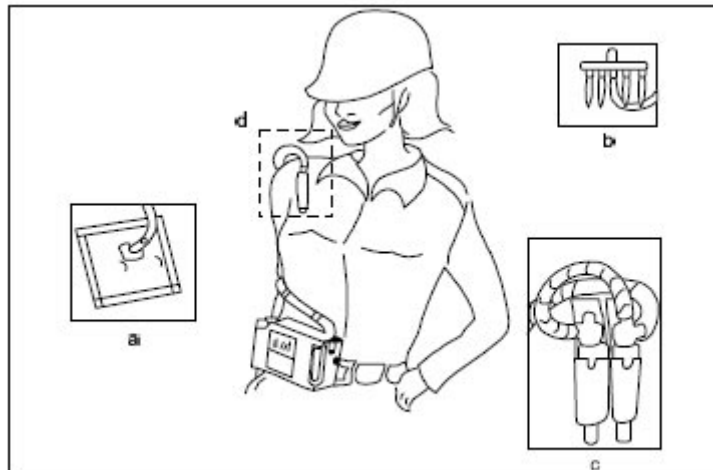
Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

### 3.3.2. Modelo para la Medición

El modelo para la medición puede estar influenciado por la duración de las tareas, el muestreo se organizó de tal manera que fuera representativo para los periodos conocidos, “siempre que, durante un periodo de trabajo, el perfil de la concentración no cambie de forma significativa, pueden seleccionarse tiempos de muestreo que no cubran el periodo completo” (EN 689). Es así que se hicieron intervalos de 30 min por muestra

Para la identificación de los contaminantes químicos gaseosos en el puesto de trabajo, se utilizó una bomba portátil de muestreo personal cuyo rango de caudal es de 5 ml/min a 4.5 ml/min, marca Casella Tuff , utilizado en la medición de polvo, gases y vapores, también se utilizó un adaptador de caudal bajo, que permite utilizar el instrumento con tubos sorbentes en este caso de carbón activado para los gases a los que se está exponiendo, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura N°5: Ejemplo de ubicación del equipo de muestreo



Fuente: Higiene industrial, muestreo casella, España

Para aplicar el número de muestras mínimas a medir en el área en estudio se aplicó el criterio de la norma UNE- EN 689.

Tabla N°7: Muestras mínimas para exposición a Químicos

T duración de la muestra	Ejemplo de tipo de medición	N° de muestras necesario para abarcar el 25% o de la exposición (supuestas 8 horas)	N° mínimo de muestras recomendado por la UNE 689
10 segundos	Sistemas de lectura directa Medición puntual	720	30
1 minuto	Tubos colorimétricos de detección	120	20
5 minutos	Tubos colorimétricos de detección	24	12
15 minutos	Tubos Carbón activo, silicagel, Impingrers, etc.	8	4
30 minutos	Tubos Carbón activo, silicagel, Impingrers,etc.	4	3
1 hora	Filtros para muestreo de aerosoles	2	2
2 horas	Filtros para muestreo de aerosoles	1	1

\* La exposición debe ser uniforme

Fuente: UNE-EN 689,

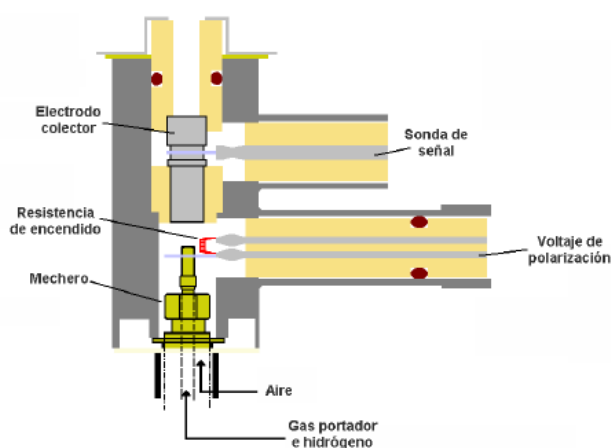
Se tomó 3 muestras, la duración de la misma fue de 30 min, el tubo de muestreo es de carbón activo, después del muestreo se envió el tubo al laboratorio en España para someterse a cromatografía de gases.

### 3.3.3 Determinación de la concentración de contaminantes en el área de trabajo

El laboratorio al que se envió las muestras del tubo con carbón activado en España MGO, determino mediante el uso de un cromatografo de gases, que utiliza un método de análisis selectivo especial para contaminantes gaseosos en el aire como es el detector de ionización de llama, este tipo de detector es selectivo hacia los compuestos que presentan enlaces C-H, por lo que son muy pocos los compuestos que no dan señal en él.

En un detector de ionización de llama el gas procedente de la columna se mezcla con hidrogeno y esta mezcla se quema en una cámara con exceso de aire. Por encima de la llama se dispone de un colector cilíndrico polarizado con el fin de recoger los iones generados; sobre este dispositivo, se mide la corriente iónica que se establece entre la punta del quemador y el electrodo conector.

Figura N°6: Detector fotométrico de llama



Fuente: cromatografía de gases, estudio 3, biblioteca upd.

El gas portador que se ha utilizado en el cromatografo es el Helio, el cual es un gas inerte para evitar su reacción con el análisis.

El mecanismo de generación de iones de este detector es complejo y no del todo conocido, ya que la energía de llama es demasiado baja para explicar la generación de iones generalmente, se cree que estos son generados por medio de un proceso de ionización química, en el que la energía liberada por reacciones fuertemente exotérmicas es retenida por las moléculas orgánicas, generándose iones a partir de las moléculas excitadas-



## **3.4 Operacionalización de variables**

### **3.4.1 Variable Dependiente**

#### **3.4.1.1 Factores Micro climáticos**

- **Temperatura**

La variación de temperatura incide directamente en la evaporación del GLP

- **Humedad Relativa**

Este factor micro climático considera la cantidad de agua que tiene el aire, el cual permite la variación de la concentración.

- **Ventilación**

Este factor micro climático determina la entrada de aire en el áreas de trabajo e incide en la concentración del GLP

- **Gas Licuado de petróleo**

Su emisión y concentración en el ambiente laboral depende de factores micro climático como son la ventilación, humedad relativa, temperatura.

### **3.4.2 Variable dependiente: Personal expuesto, jornada**

#### **3.4.2.1 Jornada de trabajo**

El puesto de trabajo consiste en la extracción de válvulas de cada cilindro para la evacuación de GLP residual, mediante una pistola neumática, previamente se utiliza ataque rápidos para determinar la presión residual (uso de pinza).

Figura N°7: Revisión de Cilindros en el puesto de desacople de válvulas



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N°8: Colocación de Pinza para desalojo de Gas Residual



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N°9: Colocación del tanque en el banco de desacople de válvulas



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N°10: Colocación de la desajustadora de válvulas en la válvula del cilindro



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N°11: Accionamiento de la maquina desajustadora



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N°12: Retiro del cilindro sin válvula



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

**Indicadores de Producción:**

Personal utilizado: 1 persona

Tiempo estándar: 3.9 s / cilindro (estudio de tiempos)

Desecho: válvulas fuera de uso, válvulas para mantenimiento

Equipo utilizado: pistola neumática, pinza ataque rápido

**Parámetros de seguridad**

Casco de seguridad

Calzado de seguridad

Guantes de cuero

Cinturón anti lumbago

Protector auditivo (orejeras)

Protector respiratorio

**Parámetro de Trabajo**

La presión de trabajo debe estar comprendido entre 87 PSI-116 PSI

Torsión Máxima de 1540 Nm

Nivel de ruido 96.8 dB (A)

**Tiempo de exposición**

La tarea de desacople de válvulas dura 3 horas por día

**Personal Expuesto**

El número de personas expuestas en esta tarea y que rotan es de 5 personas

**Edad de los Trabajadores:**

40, 42, 43,41, 43

**Características de los Trabajadores**

Altura promedio: 1.65m

Contextura: media

Tabla N°8: Operacionalización de Variables

<b>VARIABLE CONCEPTUAL</b>	<b>VARIABLE REAL DIMENSIONES</b>	<b>VARIABLE OPERACIONAL INDICADORES</b>
Factores Micro climáticos	Inciden directamente en la concentración de los contaminantes químicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad relativa</li> <li>• Ventilación</li> </ul>
Gas Licuado de Petróleo / Etilmercaptano	El Gas Licuado de Petróleo contiene el odorante que es el etilmercaptano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto directo en el área de Desacople de Válvulas</li> </ul>
Trabajador	Se relacionan con la exposición directa al Gas Licuado de Petróleo y al etilmercaptano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de Exposición</li> <li>• Edad</li> <li>• Contextura</li> </ul>

Fuente: La autora

Tabla N°9: Variable Independiente

<b>VARIABLE CONCEPTUAL</b>	<b>VARIABLE REAL DIMENSIONES</b>	<b>VARIABLE OPERACIONAL INDICADORES</b>
Trabajador	Se relacionan con la exposición directa al Gas Licuado de Petróleo	Tiempo de Exposición Edad Contextura

Fuente: La autora

### 3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se emplearon: la observación directa, muestreo biológico, muestreo ambiente laboral con equipos especiales, análisis documental. El origen de los datos se obtuvo de fuentes secundarias como son: libros, artículos en el Internet, resultados de investigaciones realizadas con anterioridad vinculada al trabajo de investigación.

Tabla N°10: Instrumentos recolección de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>	<b>Instrumento de registro</b>
Observación	Registro Matriz de análisis	Papel y lápiz (formato) Cámara fotográfica Cámara de video
Monitoreo	Equipos de Medición	Equipo

Fuente: La autora

### 3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se uso métodos estadísticos para demostrar los resultados, el análisis realizado fue cuantitativo y cualitativo de los datos obtenidos comparando con los límites máximos permisibles determinados en normas. Se recopiló la información de las mediciones en el área de trabajo expuesta directamente al GLP y el tiempo de exposición. Se tabuló, y ordenó los resultados obtenidos con herramientas estadísticas en tablas, gráficos y cuadros.

### 3.7 Confiabilidad de validez de instrumentos

#### 3.7.1 Confiabilidad

Se evaluó con dos instrumentos: datos históricos del clima de la zona y medición del microclima con un equipo móvil, que permitió obtener información de las condiciones climáticas de la zona de estudio, también se utilizó un medidor de contaminantes que es un

medidor indirecto de químicos presentes en el ambiente de trabajo, los equipos según el fabricante pueden ser calibrados cada 3 años.

### **3.7.2 Validez de instrumentos**

#### **3.7.2.1 Validez del medidor de químicos gaseosos**

El medidor de químicos gaseoso en el área de estudio se usó para identificar y medir la exposición a los contaminantes, contiene un acople con una bomba interna y un medio de adsorción<sup>3</sup> de carbón activado que será llevado a cromatografía de gases para su respectivo análisis

#### **3.7.2.2 Validez de equipos meteorológicos**

Se utilizó un equipo de medición de los factores micro climáticos: que permitió medir la velocidad de viento, la temperatura y la humedad relativa con la calibración de fábrica ya que el equipo es relativamente nuevo, el cual permitió determinar los factores micros climáticos que inciden directamente en las concentraciones de químicos gaseosos presentes en el área.

## **3.8 Condiciones del ambiente de Trabajo**

### **3.8.1 Factores Microclimáticos**

Para la caracterización del clima de la zona de estudio se analizaron datos de temperatura, precipitación, humedad relativa de 4 meses antes del muestreo ambiental, también se utilizaron datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de la estación meteorológica la Tola y otros factores que se midieron mediante el uso de un equipo para microclima.

---

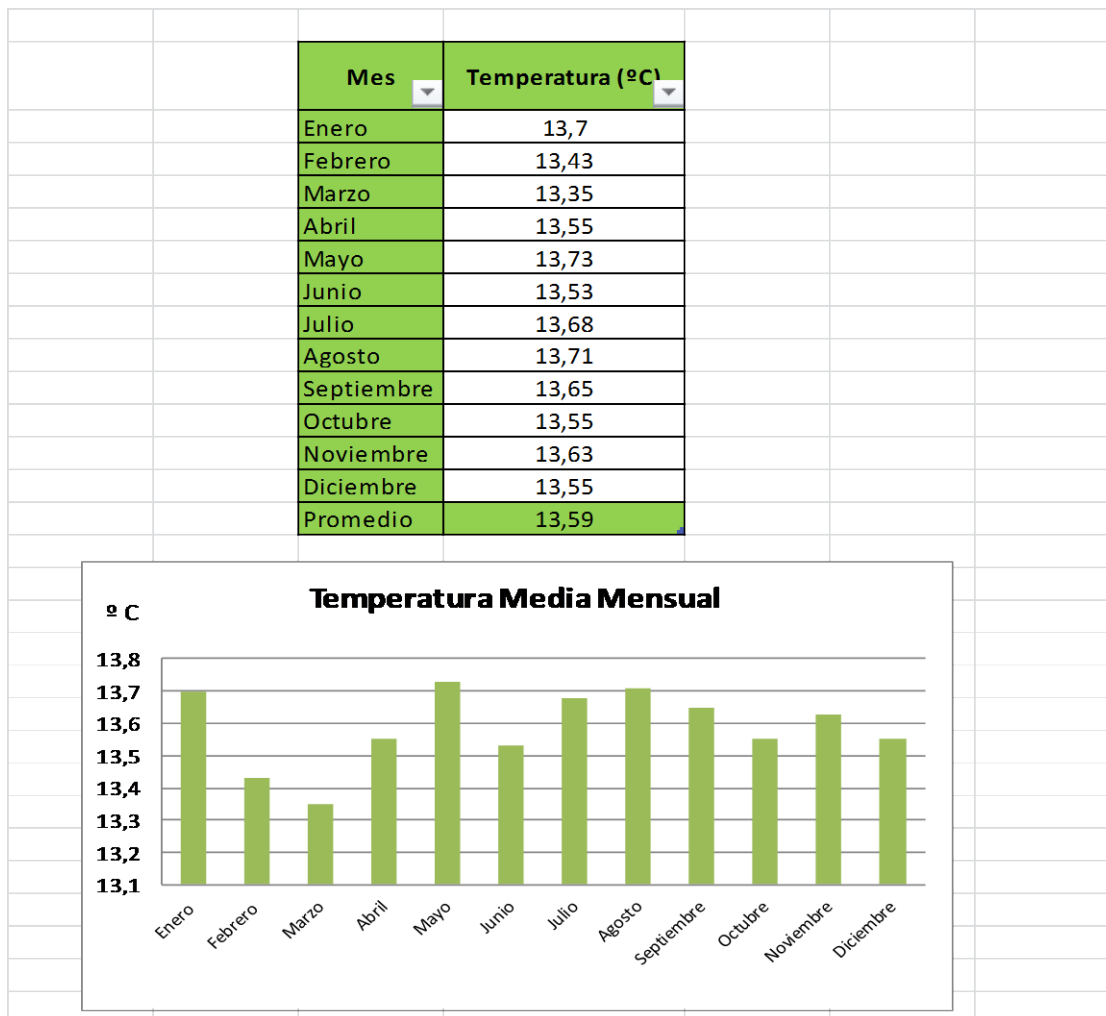
<sup>3</sup> La adsorción es un proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de un material



### 3.8.2 Temperatura

La temperatura es el grado de calor o de frío y está relacionado con las condiciones de topografía, a continuación se detalla la distribución temporal de temperaturas que tiene la estación la Tola desde el 2008 hasta el 2012

Tabla y Grafica N °1: Temperatura media mensual (2008-2012)



Fuente: INAMHI<sup>4</sup>, tablas realizadas por la autora

Como podemos observar la temperatura media mensual durante 4 años fue de 13.59 °C, no presenta mucha variación en 4 años la temperatura incide directamente en el comportamiento de un GAS, también se midió la temperatura durante 4 meses entre el 2013 y el 2014 con el equipo Anemómetro Climático AVM-40 (Kestrel 4000) para medición de Microclima, las bajas temperaturas producen que el área en la que se encuentra el puesto de trabajo sea frío.

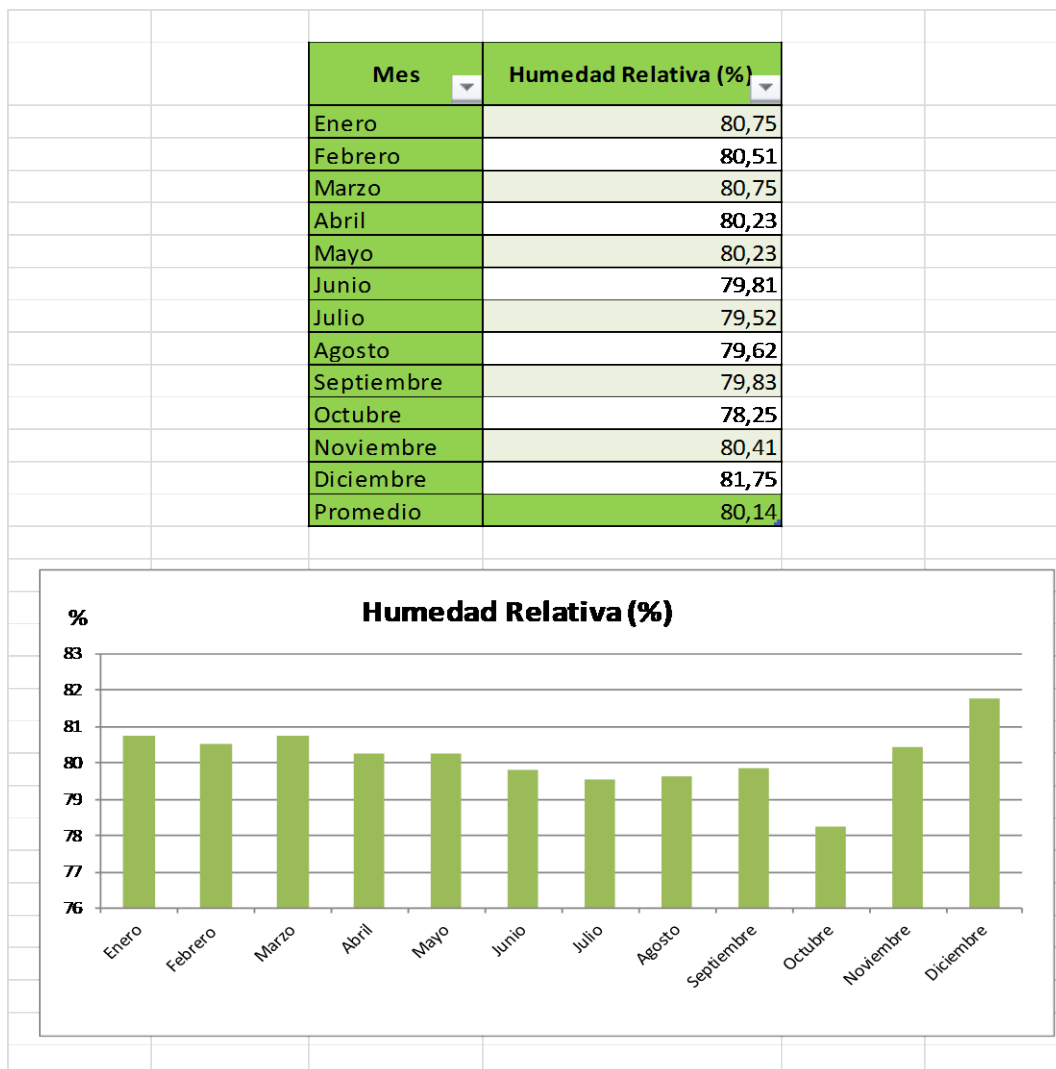
<sup>4</sup> INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

### 3.8.3 Humedad Relativa

Es el contenido de vapor de agua en el aire, expresada en porcentaje, para el estudio se analizó la humedad relativa parámetro que determino el grado de saturación en la atmosfera.

El lugar de estudio se caracteriza por tener una humedad promedio de 80.14 %, los datos que se muestran a continuación son valores de la estación La Tola (2008-2012).

Tabla y Grafica N °2: Humedad Relativa mensual (2008-2012)



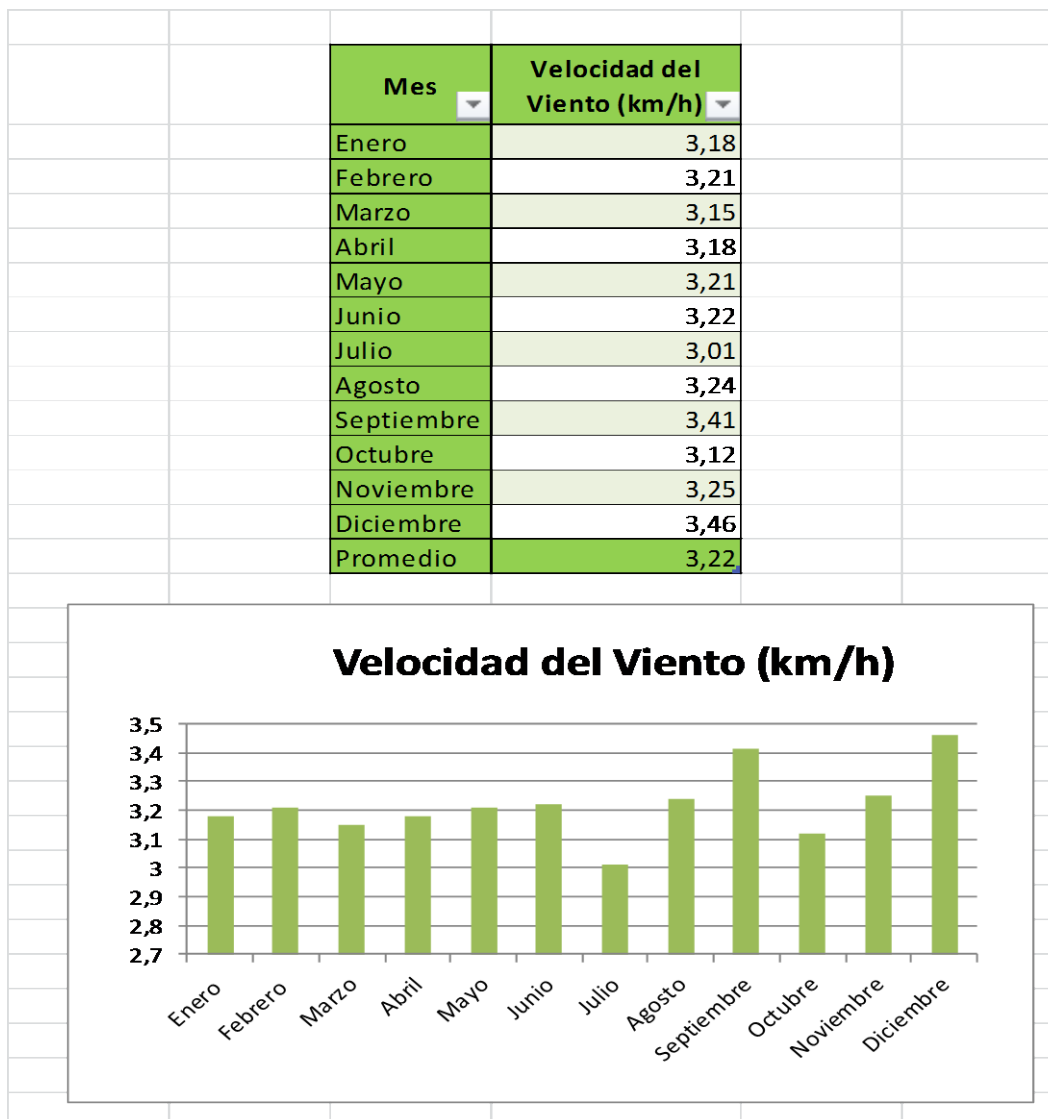
Fuente: INAMHI, tablas realizadas por la autora

El promedio de Humedad relativa es de 80.14 %, no existe mucha variación en el porcentaje de humedad relativa en los meses de verano julio, agosto y septiembre.

### 3.8.4 Velocidad del viento

El viento es el movimiento del aire con respecto a la superficie de la tierra, las direcciones se toman de donde viene o procede el viento y dependen de la morfología de la zona de estudio, en el área de estudio la velocidad promedio anual alcanza los 3.22 km/h, los datos que se muestran a continuación pertenecen a la estación la Tola, del periodo (2008-2012).

Tabla y Grafica N °3: Velocidad del Viento medio mensual (2008-2012)



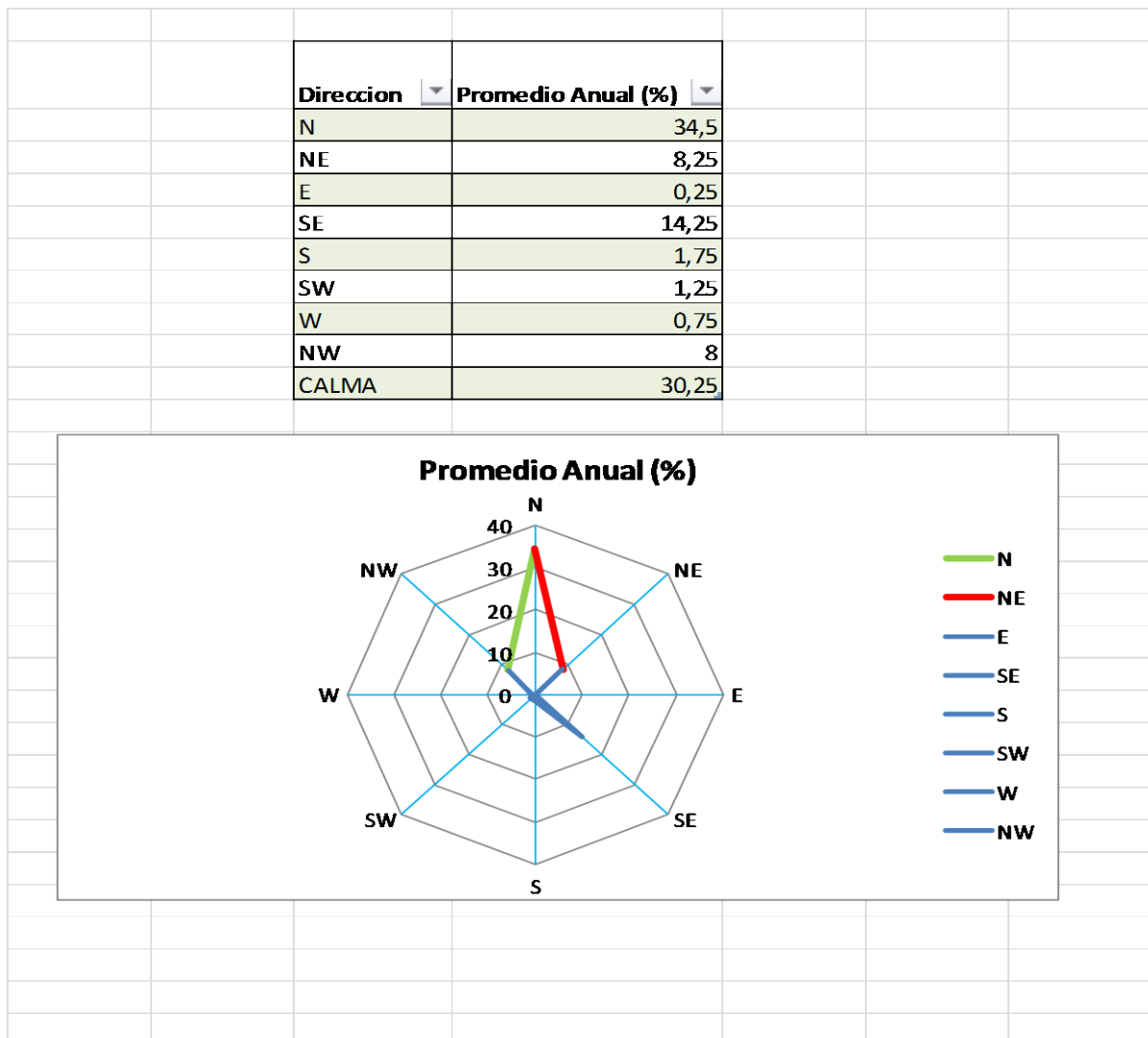
Fuente: INAMHI, tablas realizadas por la autora

Como podemos observar el promedio de la velocidad del viento de 4 años fue de 3.22 m/s, la velocidad del viento es muy importante en la investigación realizada ya que provoca que el GLP se disipe más rápidamente en el ambiente y provoque menos interacción con el ser humano.

### 3.8.5 Dirección del Viento

La dirección preferencial del viento medida en la estación la Tola es predominante la dirección viento norte con el 34.5% de persistencia, seguida por la dirección SE del viento con un 14.25 %. El parámetro del calma en la zona corresponde al 30.25 % como frecuencia de este evento, los datos que se muestran a continuación pertenecen al periodo (2008-2012).

Tabla y Grafica N °4: Dirección del Viento medio mensual (2008-2012)



## **3.9 Determinación del Muestreo**

### **3.9.1 Evaluación de la Exposición Laboral, Población y muestra**

La evaluación de la exposición laboral se llevó a cabo en 3 etapas:

- a) Identificación de las exposiciones potenciales
- b) Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo
- c) Evaluación de las Exposiciones

### **3.9.2 Identificación de las exposiciones potenciales**

Se identificó el GLP como uno de los agentes Químicos presentes en el puesto de trabajo, el cual contiene el Etilmercaptano como odorante

### **3.9.3 Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, jornada laboral, personal expuesto)**

- El puesto de trabajo consiste en la extracción de válvulas de cada cilindro para la evacuación de GLP residual, mediante una pistola neumática, previamente se utiliza ataque rápidos para determinar la presión residual (uso de pinza).
- Duración de la Jornada Laboral : 3 horas
- Características del Lugar de Trabajo: el área es semicerrada con ventilación natural y sometida a condiciones climáticas de la zona como temperatura y humedad
- Equipos de Seguridad: Los 5 trabajadores que rotan en el puesto de desacople de válvulas tienen equipo de protección respiratoria, casco, guantes, orejeras, gafas y ropa de trabajo
- La fuente emisión son los cilindros que contienen GLP residual, que se someten a desacople de válvulas.

### **3.9.4 Evaluación de las Exposiciones**

La evaluación de la exposición será básica ya que no existen mediciones anteriores en los procesos de trabajo comparables, si se tuvieran estos datos la presente investigación sería más detallada pero al no poseer estos valores, el estudio se los considera como básico, y se tratará de suministrar información válida y fiable sobre la exposición.

### **3.9.5 Estrategia de la Medición**

“Si se sospecha que los niveles de exposición son claramente inferiores a los valores límite, la confirmación de estas situaciones puede realizarse mediante el uso de técnicas que se aplican fácilmente y que pueden no ser tan precisas” (EN 689).

Es así que se enfocó la medición en 3 muestras representativas de 30 min cada una.

### **3.9.10 Selección de los trabajadores para la muestra de Exposición**

No existe un método para la selección de un trabajador o de un grupo de trabajadores, pero se puede realizar de manera aleatoria a tres trabajadores que rotan en el puesto de trabajo para colocar el equipo de medición.

“También se necesita el criterio profesional para definir el tamaño de la muestra, especialmente cuando se trata de grupos pequeños. Sin embargo como regla general, el muestreo deberá efectuarse, al menos a un trabajador de cada 10 en un grupo homogéneo adecuadamente seleccionado” (EN 689).

### **3.9.11 Medición en un Punto Fijo**

La medición se la realizó en un punto fijo (desacople de válvulas), se pudo realizar de esta manera porque los resultados servirán para evaluar la exposición del trabajador en el lugar de trabajo.

### 3.9.12 Mediciones Representativas

La mejor evaluación de la exposición individual se obtiene tomando muestras en la zona de respiración durante la jornada laboral, en este caso se aplicó la toma de muestras cada 30 min durante la jornada laboral que es de 3 horas.

No hay cambios de operaciones, y las condiciones ambientales (temperatura, velocidad del viento y humedad relativa) no cambiaron durante 4 meses de medición por lo que la condición de exposición no puede variar.

**Figura N °13: Colocación del Equipo de muestreo Portátil en el trabajador**



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Figura N °14: Equipo en funcionamiento para el muestreo del ambiente laboral



Fuente: Planta de Almacenamiento y envasado de GLP- Planta Pifo, foto tomada por la autora

Se colocó el equipo de medición de indirecta directa que consiste en una bomba personal de muestreo de aire, modelo Tuff, que proporciona facilidades de muestreo entre 5ml/min y 4,5l/min, y es apta para una amplia gama de aplicaciones, incluyendo vapores de disolventes, gases y muestreo personal de polvo.

### **3.9.13 Muestreo Biológico**

El muestreo Biológico se pretendía realizar en orina, pero al realizar varias investigaciones acerca de la toxicología del etilmercaptano, no se encontraron análisis al respecto, se encontró un estudio de TOXICOLOGICAL PROFILE FOR METHYL MEAPTAN de la Agency for Toxic substances and disease registry U.S. Public Health Service, Septiembre 1992, donde se menciona que se han realizado varios estudios en ratones al inyectarle etilmercaptano y midiendo la composición del aire expirado. También se hicieron varios estudios es ratas administrando etilmercaptano y resultando la excreción de CO<sub>2</sub>,y sulfuro



volátil, contenido también en el aire exhalado, ninguno de estos estudio eran en seres humanos.

### **3.9.13.1 Biomarcadores de Exposición y Efectos**

Los Biomarcadores son indicadores de signos o presencia de contaminantes en una muestra biológica, existen los marcadores de efecto y los marcadores de susceptibilidad, se investigó sobre los biomarcadores en la exposición al etilmercaptano o un metabolito<sup>5</sup> específico que pueda proporcionar información sobre la metabolización del químico en el trabajador, sin embargo no se encontró un metabolito específico, por este motivo el análisis biológico no se puede realizar.

### **3.10 Criterios Inclusión, exclusión**

Es indispensable que se realice la medición en el lugar productivo con los procedimientos y metodologías especiales para la obtención de datos y la comparación con la legislación Nacional y/o Internacional.

No hay ningún criterio de exclusión se tomaron 3 muestras de acuerdo al tiempo de exposición con el GLP.

### **3.11 Muestreo y análisis**

Para aplicar el número de muestras mínimas a medir en el área expuesta al GLP se aplicará el criterio de la norma UNE- EN 689 Evaluación de la exposición a agentes químicos.

### **3.12 Ubicación del equipo de muestreo**

Para la identificación y medición de los contaminantes químicos gaseosos, previamente se indicó y se explicó a cada trabajador el objetivo de la medición del químico. Luego se procedió a ubicar el equipo cerca del trabajador.

---

<sup>5</sup> Metabolito: producto que queda después de la descomposición (metabolismo) de un químico por parte del cuerpo.

### **3.13 Determinación de la concentración de contaminantes químicos Gaseosos**

Se determinará considerando los datos medidos por el cromatografo de gases en el filtro de carbón activado, con el método de detector de ionización de llama que es sensible a los compuestos de C-H, para el tipo de muestreo en la jornada de trabajo se aplicó lo descrito en la norma técnica UNE-EN 684. El resultado de estos valores calculados es la concentración media ponderada en 8 horas de trabajo.

### **3.14 Factores Micro climáticos**

- **Temperatura**

La variación de temperatura incide directamente en las concentraciones de los contaminantes quimicos permitiendo que se evapore mas lento o rapidamente

- **Humedad Relativa**

Este factor micro climático que considera la cantidad de agua que tiene el aire, el cual permite la variación de la concentración.

- **Ventilación**

Este factor micro climático que determina la entrada de aire a las áreas de trabajo e incide en la concentración de los contaminantes quimicos

### **3.15 Jornada de trabajo**

La jornada de trabajo del desacople de valvulas esta dividida en 1 turnode trabajo con una duracion de 3 y 4 horas; considerando que el personal dentro de ese tiempo cambia de actividad y de tarea, los turnos de trabajo del área expuesta están establecidos a rotacion

## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de microclima

Se tomaron varias mediciones de microclima en la jornada laboral, los datos fueron los siguientes:

Tabla N °11: Medición de la Temperatura en el puesto de trabajo

Fuente: la autora

Hora	Temperatura °C (octubre 2013)	Temperatura °C (noviembre 2013)	Temperatura °C (diciembre 2013)	Temperatura °C (enero 2014)
07H00	19,01	19,08	19,1	19,2
08H00	19,35	19,24	19,21	19,21
09H00	19,24	19,26	19,45	19,14
10H00	19,29	19,11	19,2	19,4
11 H00	19,31	19,41	19,23	19,38
promedio	19,24	19,22	19,238	19,266

La medición de la temperatura de 4 meses desde las 07H00 hasta las 11H00, tiempo en el cual dura la actividad de desacople de válvulas no presenta cambios drásticos y se mantiene en un nivel casi estable de 19.2 °C, la medición de la exposición al etilmercaptano no se verá afectado por la temperatura ya que esta no presenta variaciones.

Tabla N °12: Medición de la Humedad Relativa en el puesto de trabajo

Hora	Humedad % Relativa (octubre 2013)	Humedad Relativa %(noviembre 2013)	Humedad Relativa %(diciembre 2013)	Humedad Relativa % (enero 2014)
07H00	53,6	53,8	53,4	53,5
08H00	53,1	53,4	53,12	53,3
09H00	53,8	53,2	53,7	53,6
10H00	53,2	53,4	53,6	53,2
11 H00	53,1	53,12	53,08	53,15
promedio	53,36	53,384	53,38	53,35

Fuente: la autora

La medición de la Humedad relativa de 4 meses desde las 07H00 hasta las 11H00, tiempo en el cual dura la actividad de desacople de válvulas no presenta cambios drásticos y se mantiene en un nivel casi estable de 53.3% de Humedad, la medición de la exposición al etilmercaptano no se verá afectado por cambios en la Humedad Relativa

Tabla N °13: Medición de la Velocidad del viento en el puesto de trabajo

Hora	Velocidad del Viento m/s (octubre 2013)	Velocidad del Viento m/s (noviembre 2013)	Velocidad del Viento m/s (diciembre 2013)	Velocidad del Viento m/s (enero 2014)
07H00	0,8	0,7	0,8	0,8
08H00	0,7	0,7	0,7	0,7
09H00	0,7	0,7	0,8	0,7
10H00	0,8	0,8	0,7	0,8
11 H00	0,7	0,8	0,7	0,7
promedio	0,74	0,74	0,74	0,74

Fuente: la autora

La medición de la velocidad del viento de 4 meses desde las 07H00 hasta las 11H00, tiempo en el cual dura la actividad de desacople de válvulas no presenta cambios drásticos y se mantiene en un nivel casi estable de 0.7 m/s , la medición de la exposición al etilmercaptano no se verá afectado por cambios en la velocidad del viento.

Como un método de control y análisis adicional se utilizó el método Fanger para obtener los resultados de confort térmico, el método Fanger para la valoración del confort térmico, fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación Thermal Comfort (New York, McGraw-Hill, 1973). Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico en ambientes cerrados y semi abiertos, se consideró el área semicerrada, puesto que las filas de cilindros alrededor del área de trabajo provocan que el área sea considerada semicerrada.

A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) y Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied), que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador.

Figura N °15: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 1

**Fanger-Evaluación de la sensación térmica**

Datos del estudio | Evaluación | Resultados/Informe | Gestión de Archivos

**Introduzca los datos del estudio** Fanger-Evaluación de la sensación térmica  
Estos datos serán empleados en los informes que genere.

**Datos del puesto**

Identificador del puesto	Desacople de válvulas
Descripción	Extracción de válvulas de cada cilindro para la evacuación
Empresa	Eni Ecuador
Departamento/Área	Reparacion de Cilindros
Sección	

**Datos de la evaluación**

Empresa evaluadora	ergonautas.com	Este dato se empleará como encabezado de los informes.
Nombre del evaluador	Amanda Rosero	
Fecha de la evaluación	16 / 01 / 14	▼

**Datos del trabajador**

Nombre del trabajador	
Sexo	<input checked="" type="radio"/> Hombre <input type="radio"/> Mujer
Edad	40 ▼
Antigüedad en el puesto	5 años ▼
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	4 horas ▼
Duración de la jornada laboral	8 horas ▼

**Observaciones**

Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

Se utilizó el software de ergonautas.com para el cálculo de confort térmico, en el puesto de desacople de válvulas, con los datos obtenidos del equipo para microclima y otros valores que se estimaron por observación directa

Figura N °16: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 2

**Aislamiento térmico para combinaciones personalizadas de ropa**

<b>Ropa interior</b>	<b>Chaquetas</b>
<input type="checkbox"/> Bragas	<input type="checkbox"/> Ligeras, de verano
<input checked="" type="checkbox"/> Calzoncillos de penera larga	<input type="checkbox"/> Chaquetas
<input type="checkbox"/> Camiseta sin mangas	<input type="checkbox"/> Batas
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga corta	<b>Ropa muy aislante, de fieltro</b>
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga larga	<input type="checkbox"/> Mono
<input type="checkbox"/> Bragas y sujetador	<input type="checkbox"/> Pantalones
<b>Camisas/Blusas</b>	<input type="checkbox"/> Chaqueta
<input type="checkbox"/> Mangas cortas	<input type="checkbox"/> Chaleco
<input type="checkbox"/> Ligeras, mangas largas	<b>Ropa de abrigo</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Normales, mangas largas	<input checked="" type="checkbox"/> Chaquetón
<input type="checkbox"/> De franela, mangas largas	<input type="checkbox"/> Cazadora
<input type="checkbox"/> Blusa ligera, mangas largas	<input type="checkbox"/> Parka
<b>Pantalones</b>	<input type="checkbox"/> Pantalones de fieltro
<input type="checkbox"/> Cortos	<b>Varios</b>
<input type="checkbox"/> Ligeros	<input checked="" type="checkbox"/> Calcetines
<input checked="" type="checkbox"/> Normales	<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, tobilleros
<input type="checkbox"/> De franela	<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, largos
<b>Vestidos/Faldas</b>	<input type="checkbox"/> Medias de nilón
<input type="checkbox"/> Faldas ligeras (verano)	<input type="checkbox"/> Zapatos (suela fina)
<input type="checkbox"/> Faldas gruesas (invierno)	<input checked="" type="checkbox"/> Zapatos (suela gruesa)
<input type="checkbox"/> Vestidos ligeros, mangas cortas	<input type="checkbox"/> Botas
<input type="checkbox"/> Vestidos de invierno, mangas largas	<input checked="" type="checkbox"/> Guantes
<input type="checkbox"/> Monos	
<b>Jerséis</b>	
<input type="checkbox"/> Chalecos	
<input type="checkbox"/> Jersey fino	
<input type="checkbox"/> Jersey	
<input type="checkbox"/> Jersey grueso	

Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

Se ingresaron datos del aislamiento térmico en las combinaciones de la ropa del trabajador de esta manera se identificó: calzoncillos, camisa normal, pantalón normal, chaquetón, calcetines, zapatos y guantes.

Figura N °17: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 3

**Método de Fanger**

**Introducción de Datos**

Aislamiento de la ropa  clo. = 0,15 m²K/W (1 clo = 0,155 m²K/W)

Para rellenar el dato automáticamente a partir de combinaciones habituales de ropa pulse [aquí](#)

Para rellenar el dato automáticamente a partir de la selección personalizada de prendas pulse [aquí](#)

Si desea sumar al valor actual de aislamiento de la ropa el proporcionado por el asiento pulse [aquí](#)

Tasa metabólica  met. = 154,08 W/m² (1 met =58,15 W/m²)

Niveles para la determinación de la tasa metabólica (ISO 8996)

NIVEL	Métodos de estimación del metabolismo	
<b>Nivel 1</b> <i>TANTEO</i>	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función la profesión.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>profesión</b> desarrollada (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a>
	1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del <b>tipo de actividad</b> (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a> Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del <b>tipo de actividad</b> (ISO 7730) pulse <a href="#">aquí</a> .
<b>Nivel 2</b> <i>OBSERVACIÓN</i>	2. A. Estimación de la tasa metabólica a partir de los <b>componentes de la actividad</b>	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de <b>componentes de la actividad</b> (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
	2. B. Estimación de la tasa metabólica por <b>actividad-tipo</b> .	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>actividad-tipo</b> desarrollada (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
<b>Nivel 3</b> <i>ANÁLISIS</i>	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas.	C. Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>frecuencia cardiaca</b> pulse <a href="#">aquí</a>
<b>Nivel 4</b> <i>ACTUACIÓN EXPERTA</i>	<i>Medida del consumo de oxígeno.; Método del agua doblemente marcada.; Calorimetría directa.</i>	

Temperatura del aire  °C

Temperatura radiante media  °C

Velocidad relativa del aire  m/s

Humedad relativa  %

Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

El cálculo del aislamiento de ropa resulto en 1.26 clo, la tasa metabólica se colocó de acuerdo a un gasto medio de consumo metabólico por la actividad que es de 2.7 met según el nivel de observación y según la estimación de la tasa metabólica pro actividad tipo, los datos que también se ingresaron aquí son la temperatura del aire de 19 °C, Temperatura radiante media, 18 °, la velocidad relativa del aire de 0.95 m/s y la Humedad relativa de 53% .



Figura N °18: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 4

**Recuerde: el uso profesional de los resultados no está permitido.**  
Si desea utilizar el software profesionalmente debe registrarse como Usuario Profesional.

**Introduzca los datos solicitados sobre el puesto evaluado**  
Después acceda a los resultados en la solapa "Resultados /Informes".

**Método de Fanger**

Pulse "Volver" para ir al formulario principal de la pestaña "Evaluación"

**Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad**

**Introducción de datos**

Información para el cálculo del metabolismo basal en función de la edad y sexo (INSHT- NTP 323):	Sexo <input type="text" value="Hombre"/> Edad <input type="text" value="40-44"/>
Información para el cálculo del metabolismo en función de la postura corporal (ISO 8996):	Postura <input type="text" value="De pie"/>
Información para el cálculo del metabolismo en función del tipo de actividad (ISO 8996):	Tipo de Actividad <input type="text" value="Trabajo con ambos brazos - Carga de trabajo n"/>
Información para el cálculo del metabolismo en función de la velocidad del desplazamiento (INSHT- NTP 323):	
Velocidad del desplazamiento <input type="text" value="0,15"/> (m/s)	Desplazamiento <input type="text" value="Sin desplazamiento"/>

**METABOLISMO GLOBAL**

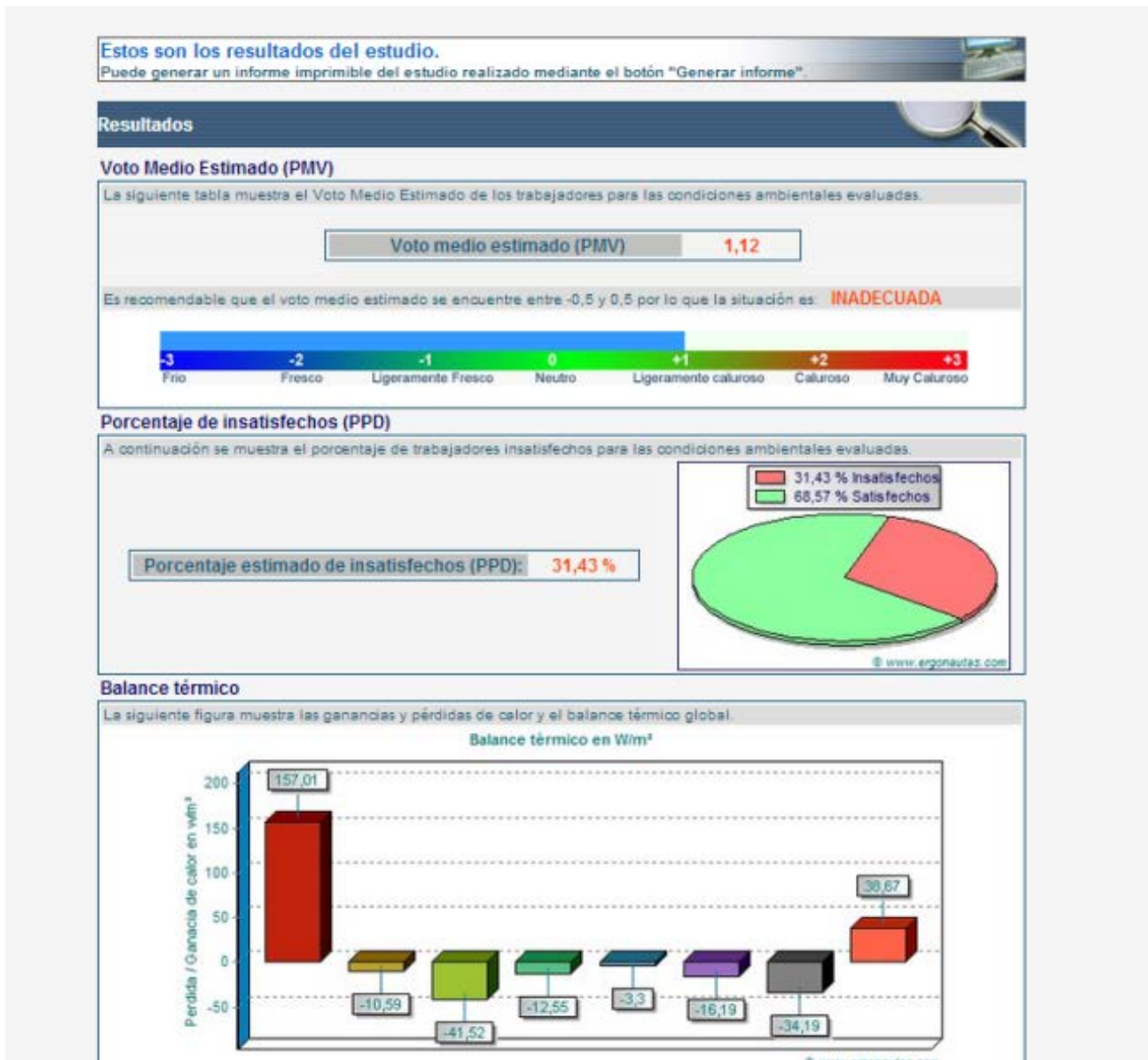
Cálculo del metabolismo en función de los componente de la actividad.

	Valores (W/m <sup>2</sup> )
METABOLISMO BASAL	44,08
METABOLISMO PARA LA POSTURA CORPORAL	25
METABOLISMO PARA DISTINTOS TIPOS DE ACTIVIDAD	85
METABOLISMO DEL DESPLAZAMIENTO	0
<b>Tasa metabólica global</b>	<b>154,08 W/m<sup>2</sup>. 2,65 met.</b>

Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

Se ingresaron los datos de sexo (hombre), edad (40-44), la postura que es de Pie, y el Tipo de Actividad que es Trabajo con ambos brazos, la velocidad de desplazamiento que se la cálculo de acuerdo a varios videos que se hicieron, desplazamiento (sin desplazamiento)

Figura N °19: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 5



Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

Los resultados que arroja el software nos dicen que el voto medio estimado para las condiciones actuales es de 1.12 por lo que la situación es Inadecuada, hay un porcentaje de insatisfacción de 31.43 %, la mayoría están satisfechos que es un alto porcentaje, también nos menciona que en el balance térmico<sup>6</sup> las mayores pérdidas de calor es por la tasa metabólica y por la difusión del calor a través de los pies.

<sup>6</sup> Balance Térmico: el organismo humano dispone de un sistema termorregulador, que le permite mantener un equilibrio térmico, incluso en condiciones térmicas ambientales muy adversas.

Figura N °20: Ingreso de datos al software ergonautas, parte 6

**Balace térmico en w/m²**

- 157,01 Calor generado (Tasa metabólica=2,7 met.)
- -10,59 Pérdida de calor por difusión a través de la piel
- -41,52 Pérdida de calor por sudor (comodidad)
- -12,55 Pérdida de calor latente por respiración
- -3,3 Pérdida de calor seco por respiración
- -16,19 Pérdida de calor por radiación
- -34,19 Pérdida de calor por convección
- 38,67 Ganancia de calor.

**Cálculo de variaciones en las condiciones ambientales para mejorar la sensación térmica.**

Esta herramienta permite conocer cuánto es necesario modificar alguna de las variables ambientales para lograr mejorar la sensación térmica. Esto puede servirle de ayuda en el rediseño del ambiente térmico. Indique qué variable desea que sea modificada y se le mostrará cuál debe ser su valor para lograr las mejores condiciones térmicas posibles (que proporcionen un PMV lo más cercano posible a 0) o, por lo menos, lograr condiciones aceptables (-0.5 <= PMV <= 0.5) con la mínima variación posible de la variable.

Seleccione la variable a modificar

<input checked="" type="radio"/> Aislamiento de la ropa	<input type="radio"/> Tasa metabólica	<input type="radio"/> Temperatura del aire
<input type="radio"/> Temperatura radiante media	<input type="radio"/> Velocidad relativa del aire	<input type="radio"/> Humedad relativa

**Resultado :**

	Búsqueda de las mejores condiciones (PMV lo más cercano posible a 0)	Búsqueda de condiciones aceptables (-0.5 <= PMV <= 0.5)	Condiciones actuales
Aislamiento de la ropa	0,5	0,5	1,26
Tasa metabólica	2,7	2,7	2,7
Temperatura del aire	19	19	19
Temperatura radiante media	18	18	18
Velocidad relativa del aire	0,95	0,95	0,95
Humedad relativa	53	53	53
Voto medio estimado (PMV)	-0,12	-0,12	1,12
Porcentaje estimado de insatisfechos(PPD)	5,28%	5,28%	31,43 %
Situación	SATISFACTORIA	SATISFACTORIA	INADECUADA

**Copiar resultado:**

Las siguientes opciones le permitirán copiar la información correspondiente a las nuevas condiciones (Mejores y Aceptables) mostrada en la tabla superior en el formulario de introducción de datos (pestaña evaluación).  
Tras la copia se recalcularán automáticamente los resultados en base a las nuevas condiciones en evaluación.

El siguiente botón le permitirá copiar la columna "Mejores condiciones" en el formulario de introducción de datos Copiar

El siguiente botón le permitirá copiar la columna "Condiciones aceptables" en el formulario de introducción de datos Copiar

**Generación de Informes**

**Opciones**

**¡ATENCIÓN!** Si su navegador tiene activado el sistema de bloqueo de ventanas emergentes el informe no se abrirá.  
**Desactive el bloqueador de ventanas emergentes antes de generar el informe.**

Escoja el formato del informe  "pdf" (para Adobe Acrobat)  "rtf" (para Microsoft Word)

Para poder visualizar el estudio debe tener instalado en su equipo Adobe Acrobat PDF Reader (puede descargarlo gratuitamente [aquí](#)) o Microsoft Word.

Fuente: ergonautas, ingreso de datos por la autora

Los últimos resultados nos repiten que hay un 31.43 % de insatisfechos por el voto medio estimado y por el aislamiento de la ropa, se puede decir que el puesto de trabajo se encuentra bien bajo las condiciones climáticas que presenta la zona en temperatura, velocidad de viento y humedad relativa, como el horario de trabajo de este puesto no excede las 4 horas se puede afirmar que el grupo de personas satisfechas es más del 80 %.

## 4.2 Análisis de la identificación y medición de contaminantes químicos gaseosos

Los datos obtenidos por el cromatografo de gases para la identificación de los contaminantes químicos gaseosos el filtro de carbón activado presentaron los siguientes datos:

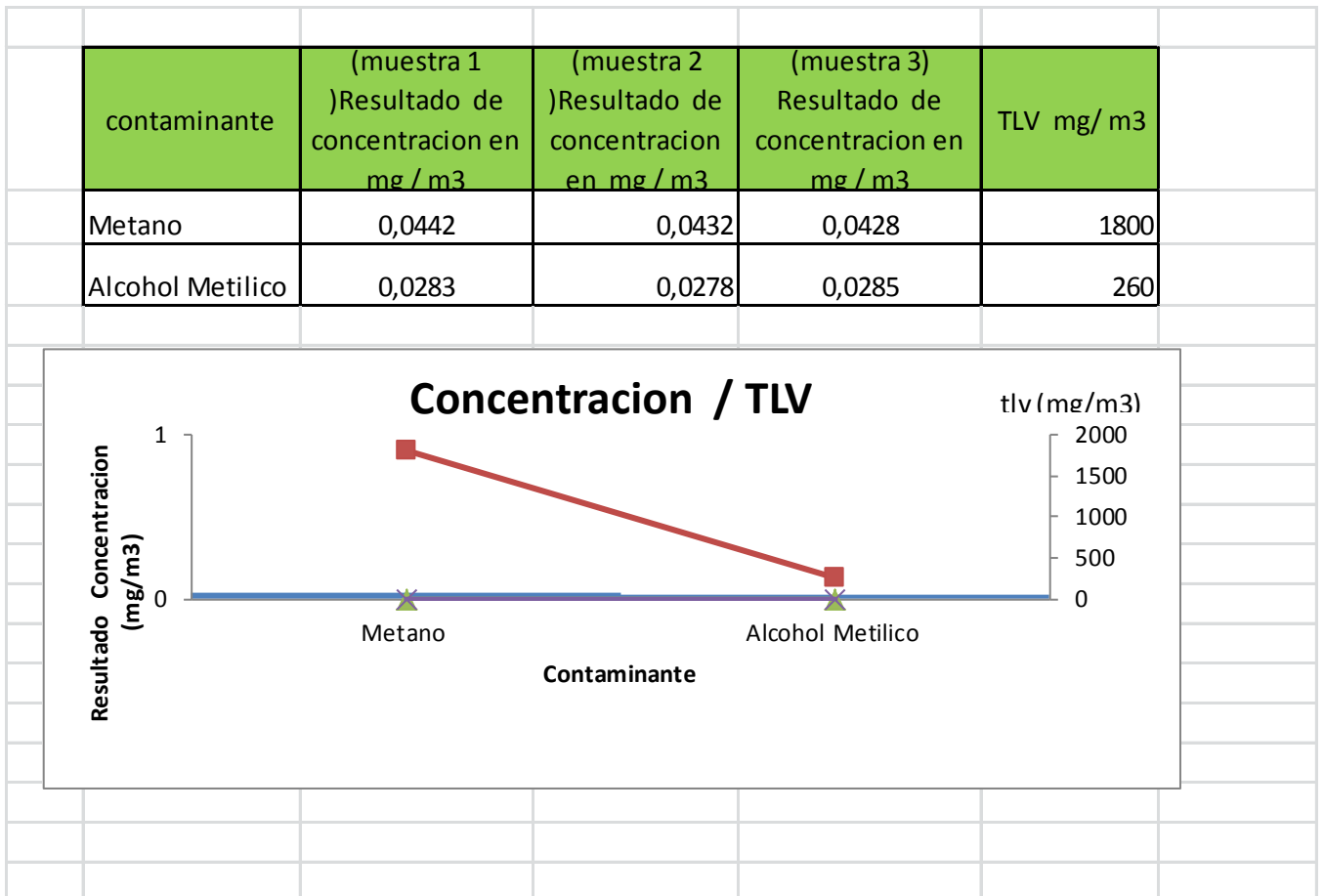
Tabla N °14: Datos para el análisis en cromatografía

Toma de Muestra	Tubo de carbón activo (100/150) tipo NIOSH 1500
Caudal	: < 200 ml/min, Vol. 5 litros.
Estabilidad de la muestra	a 4°C hasta veintiún días después de la captación.
Margen estudiado	3 mg/m3 hasta 70 mg/m3.
Análisis de la muestra	
Tecnica	Cromatografía de gases y detector de ionización de llama
Columna	Acero inoxidable 6 m x 3 mm de diámetro externo 10% FFAP en Chromosorb
Gas Portador	He
Temperatura	100°C

Fuente: MGO, laboratorio encargado de realizar la medición, y entregar los resultados

Tabla y Grafica N °5: Resultados de las concentraciones de contaminantes químicos en el ambiente laboral

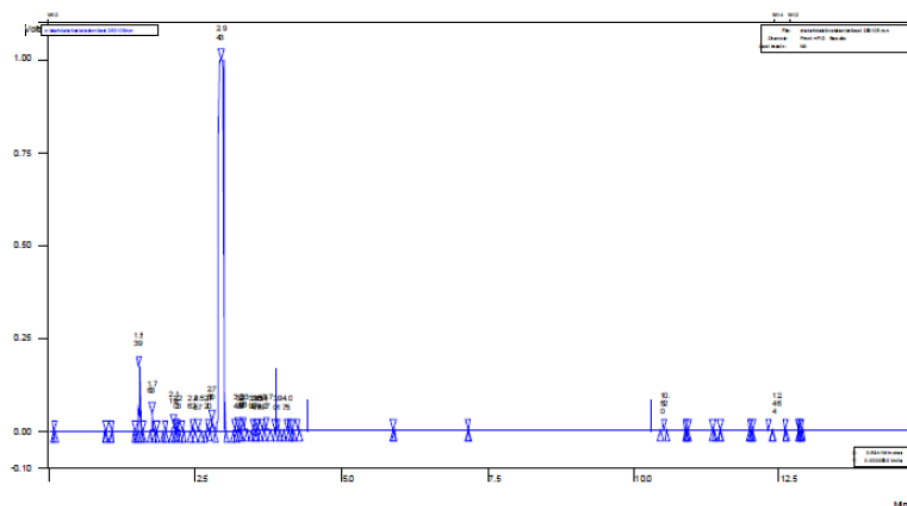
Los datos que se muestran a continuación son resultados de las muestras efectuadas en un día normal de trabajo a las 8H00, el clima era frio con temperaturas entre los 18 y 17 ° C,



Fuente: MGO, laboratorio encargado de realizar la medición, y entregar los resultados, graficas realizadas por la autora

## Grafica N °21: Resultados de cromatografía de gases

No se superan los VALORES LIMITES ESTABLECIDOS  $U_{exp} = \pm 0.1$   $K=2$



Al analizar los resultados que se obtuvo en el cromatografo de gases, se pude observar que el aire que respira el trabajador contiene Metano y Alcohol Metílico, muchos compuestos orgánicos tienen semejanzas con los alcoholes, el análogo de un alcohol se llama alcanotiol, antiguamente llamados mercaptanos (índice de etilmercaptano), esta sustancia en reacción con el aire se transforma en un tipo de alcohol como es el metanol , el metano resulta por la descomposición de la basura al encontrarse cerca del Botadero de Basura el Inga, y también por la reacción en la atmosfera del mercaptano contenido en el GLP , ya que dependiendo de la corriente del viento a veces se siente más y otras menos, el metano se encuentra en un nivel muy por debajo del TLV , no hay riesgo de exposición al metano en el Área de Desacople de Válvulas para los trabajadores. El indicador más cercano a la representatividad del etilmercaptano es el Metano, ya que el etilmercaptano al estar en contacto con la atmosfera reacciona con diferentes compuestos separándolo y formando otros similares o de iguales características.

Al analizar la cantidad de alcohol metílico que se encuentra en el aire del puesto de desacople de válvulas que es de 0.02 mg / m<sup>3</sup>, podemos observar que está muy por debajo del TLV en

un 99,8 % para las 8 horas laborables. No hay riesgo de exposición al metanol en las mediciones del ambiente laboral en 1 m<sup>3</sup> de aire analizado, pero si se puede mencionar que el umbral de olor del mercaptano es muy bajo 0.002 ppm y dependerá también de la susceptibilidad de cada individuo, característica, costumbres, alimentación, hábitos y vicios. También se ha notado la presencia de un control en el puesto de trabajo que es el uso del equipo de protección respiratoria con filtros especiales para hidrocarburos que atenúan mucho más la exposición a los contaminantes químicos

Se entrevistó al doctor de planta y se le pidió información sobre posibles afecciones causadas por la exposición al GLP, se supo indicar que la morbilidad de la planta Pifo presenta un alto índice de enfermedades respiratorias sin embargo ninguna de estas es en relación al GLP, sino a condiciones climáticas de temperatura, polvo y viento, tales afecciones responden por ejemplo a irritación de garganta.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- En el puesto de trabajo de desacople de válvulas según al análisis de microclima el trabajador presenta ventajas por la acción de la velocidad del viento que interviene con la disipación del GLP, en especial cuando se realiza el ataque directo a las válvulas para desalojar el Gas residual con el uso de una pinza
- El análisis de microclima identifico una estabilidad en temperatura, velocidad del viento y humedad relativa en 4 meses desde las 7H00 hasta las 11H00, lo que permitió enfocar el muestreo de aire ambiente laboral de manera puntual, es decir no fue necesario realizar varios muestreos en varias fechas ya que la concentración del GLP no se vio afectada por variaciones de clima. La muestra tomada permitió obtener datos de representatividad básica de la exposición al etilmercaptano y emitir una idea de las concentraciones en el ambiente laboral.
- La exposición al etilmercaptano es mínima por el tiempo de duración de la actividad que es de 3 horas, a veces es mayor ( 1 hora más) por la producción de cilindros en reparación que ingresan al taller.
- El compuesto químico que identifico el cromatografo de gases más cercano a la representatividad del etilmercaptano es el Metano, su medición se encuentra muy por debajo del TLV, lo que indica que no existe riesgo de exposición al etilmercaptano, durante las 3 horas de exposición.
- Los trabajadores que rotan en el desacople de válvulas, utilizan equipo de protección respiratoria especial para la exposición a hidrocarburos que atenúan mucho más la exposición al GLP y a los contaminantes químicos encontrados como es el caso de Metano y del Alcohol metílico.



- No se encontró un metabolito específico para el análisis del etilmercaptano en el ser humano, lo que hubiera mejorado la investigación.
- En un análisis adicional se realizó el estudio de confort térmico con el método de Fanger, el cual proporciona que un 70 % de personas en el puesto de trabajo está satisfecha, y hay un grado de 30 % aproximadamente que se encontraría insatisfecha, datos que son buenos, ya que demuestran que más de la mitad de la población afectada se encuentra en confort térmico.

## **5.2 Recomendaciones y Medidas de Control**

- Volver a realizar la medición de microclima en varias temporadas del año para poder identificar de mejor manera el comportamiento de la velocidad del viento y temperatura en el desacople de valvulas.
- Seguir con la rotación del personal en el desacople de valvulas para minimizar la exposición al GLP así como mantener el tiempo de exposición diaria de 4 horas.
- No es posible realizar un control en la fuente, se tendría que aislar el cilindro en una cabina de absorción de gases, sin embargo se ha determinado en este estudio que el lugar en el que se encuentra el puesto de trabajo tiene ventajas por no tener paredes y permitir una ventilación natural muy buena para la disipación del GLP.
- Continuar con el uso del Equipo de Protección Personal : respiratoria, visual y de cuidado de manos, los cuales disminuyen la exposición directa al Gas residual presente en los cilindros que ingresan al taller para ser reparados.
- Realizar charlas del manejo de químicos y de exposición al GLP, que ayudarán al trabajador a entender de mejor manera el riesgo al que están expuestos .
- En próximas mediciones se recomienda tomar muestras de aire ambiente en varias frecuencias al año, para verificar si puede o no existir alguna variación en los resultados.

## CAPÍTULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- Análisis de riesgo en instalaciones industriales, ediciones UPC, 1999
- Análisis y Cuantificación el Gas procesado por la Refinería Estatal de Esmeraldas, Trabajo de tesis de Grado, Paul Andrés Granja Brito, diciembre 2012
- Auditoría Ambiental de cumplimiento de la Planta Pifo 2010-2012 elaborado por PSI
- Estrategia Industrial y medio ambiente laboral en Ecuador 1975 – 2000, Raúl Harari, 2000
- Guía Técnica para la realización del análisis del riesgo mediambiental en el ámbito del Real Decreto 1254/99 (Seveso II), Fecha de publicación: 2004
- Higiene Industrial, Manual para la formación del especialista, Faustino Menendez diez, novena edición, Lex nova, 2009.
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 88 (2006)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Fichas internacionales de Seguridad Química INSHT, 1.994
- Manual de Higiene Industrial , Fundación Mapfre, cuarta edición , diciembre del 1996
- Normas Técnicas UNE 81 569:91 , calidad del aire atmosferas en el puesto de trabajo, determinación de Hexano y Tolueno , métodos del muestreador pasivo , desorción con disolventes/gases
- Normas Técnicas UNE 81 581:92, calidad del aire atmosferas en el puesto de trabajo, determinación de hidrocarburos aromáticos benceno, tolueno, etilbenceno, p xileno, 1.2.4 trimetilbenceno, método del tubo de carbón activado, cromatografía de gases.
- Pizzi, A. In Wood Adhesives: Chemistry and technology; Pizzi, A., Ed.; Marcel Dekker: New York, 1986
- Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INSHT, Servicio de Ediciones y Publicaciones -INSHT. Madrid, Depósito legal: M-48242-2010
- Riesgos Químicos y Biológicos Ambientales , ITACA, Marcombo S.A. 2006

- Seguridad e higiene del trabajo, técnicas de prevención de riesgos laborales, Jose Maria Cortez Días, 9 na edición, 2007
- Sustancias Peligrosas, Departamento de Salud y Servicios, New Jersey, 2001  
Páginas web
- <http://es.scribd.com/doc/86904237/-MERCAPTANO>
- <http://transmerquim.com/images/productos/e/%20MERCAPTANO.pdf>
- [http://www.cpchem.com/msds/100000068740\\_SDS\\_EU\\_ES.PDF](http://www.cpchem.com/msds/100000068740_SDS_EU_ES.PDF)
- [http://www.ehowenespanol.com/problemas-salud-relacionados-fugas-gas-natural-lista\\_110283/](http://www.ehowenespanol.com/problemas-salud-relacionados-fugas-gas-natural-lista_110283/)
- [http://www.gas.pemex.com/NR/rdonlyres/1D3E1128-E8A5-4CD1-B04C-DBC7CEFC0592/0/msdsgasnatural\\_02.pdf](http://www.gas.pemex.com/NR/rdonlyres/1D3E1128-E8A5-4CD1-B04C-DBC7CEFC0592/0/msdsgasnatural_02.pdf)
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0470.pdf>