

ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS
COLABORADORES DE EMPRESA UBICADA EN BARRANCABERMEJA
DEDICADA AL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MATRIZ DE HIDROCARBUROS
A CAUSA DE LAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS QUÍMICOS
IDENTIFICADOS.

AUTOR:

RAMON LUIS MEDINA VALDEZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO.
BOGOTÁ D.C,
NOVIEMBRE DE 2020

ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS
COLABORADORES DE EMPRESA UBICADA EN BARRANCABERMEJA
DEDICADA AL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MATRIZ DE HIDROCARBUROS
A CAUSA DE LAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS QUÍMICOS
IDENTIFICADOS.

AUTOR

RAMON LUIS MEDINA VALDEZ

DOCENTE ASESOR

FABIO ENRIQUE CASTRO ARDILA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO.
BOGOTÁ D.C,
NOVIEMBRE DE 2020

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
4. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
4.1. Objetivo General:	6
4.2. Objetivos Específicos:	6
5. MARCO DE REFERENCIA	7
5.1. Petróleo crudo (hidrocarburos).....	7
5.2. Componentes derivados del petróleo crudo	8
5.3. Descripción del factor de riesgo químico.....	9
5.3.1. Vías de exposición	9
5.3.2. Toxicidad de los productos químicos	10
5.4. Descripción del puesto de trabajo	12
6. MARCO METODOLÓGICO	14
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
9. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	57
10. RECOMENDACIONES.....	61
11. REFERENCIAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación toxicológica de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (Ringen, 2018).....	11
Tabla 2. Identificación de área crítica y tarea crítica.	12
Tabla 3. Controles actuales.....	12
Tabla 4. Número de trabajadores por puestos de trabajo y nivel de riesgo.....	19
Tabla 5. Matriz de riesgos identificados, resaltando el de objetivo de esta investigación.	20
Tabla 6. Riesgo expuesto por cargos, de acuerdo con la matriz de riesgos identificados.	22
Tabla 7. Identificación de área crítica y tarea crítica.	24
Tabla 8. Formato donde se tabulan los resultados obtenidos de la muestra ocupacional y los cargos evaluados.	25
Tabla 9. Horario en el que se realizó monitoreo para el área crítica de laboratorio de refinados.....	25
Tabla 10. Horario donde se realizó monitoreo en área crítica de la oficina del laboratorio de ensayos.	26
Tabla 11. Número de muestras tomadas en los diferentes horarios establecidos, por área crítica monitoreada.	26
Tabla 12. Tiempo general del monitoreo del área crítica	27
Tabla 13. Resultados monitoreo laboratorio refinados total.....	28
Tabla 14. Resultados monitoreo laboratorio refinados 06:00.....	30
Tabla 15. Resultados monitoreo laboratorio refinados 08:00.....	32
Tabla 16. Resultados monitoreo laboratorio refinados 10:00.....	34
Tabla 17. Resultados monitoreo laboratorio refinados 12:00.....	36
Tabla 18. Resultados monitoreo laboratorio refinados 18:00.....	38

Tabla 19. Resultados monitoreo laboratorio refinados 20:00	40
Tabla 20. Resultados monitoreo laboratorio refinados 22:00	42
Tabla 21. Resultados monitoreo laboratorio refinados 00:00	44
Tabla 22. Resultados monitoreo laboratorio refinados 02:00	46
Tabla 23. Resultados monitoreo área de oficina del laboratorio de ensayo fisicoquímico.	49
Tabla 24. Contaminantes mayormente identificados durante el muestreo en el laboratorio de ensayos fisicoquímico, seccional de refinado	51
Tabla 25. Contaminantes identificados durante el muestreo en el laboratorio de ensayos fisicoquímico, seccional de refinado.	52

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Comportamiento de los contaminantes durante el muestreo realizado, el laboratorio de ensayos fisicoquímico.	52
Grafica 2. Porcentaje de índice de riesgo, de acuerdo con los contaminantes identificados.	53
Grafica 3. Concentración de metano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.	54
Grafica 4. Concentración de etano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.	55
Grafica 5. Concentración de propano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.	56

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de los laboratorios de ensayos fisicoquímicos de esta compañía es prestar servicios de estudios analíticos garantizando al cliente altos estándares de calidad y confiabilidad en los resultados en muestras de crudo y petroquímicos derivados, para esto cuenta con equipos y tecnología altamente avanzada disponible en la industria, personal capacitado y experimentado, sus operaciones son realizadas bajo los estándares de normas internacionales para la ejecución de sus ensayos.

Con el fin de prestar un excelente servicio al cliente los laboratorios están ubicados en diferentes zonas del país.

Esta investigación consolida los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el laboratorio de ensayos fisicoquímicos de esta compañía ubicado en la zona de Barrancabermeja (Santander), en donde se obtuvieron resultados de sustancias químicas denominadas contaminantes en concentraciones dentro de los límites permisibles, sin embargo se identificaron y cuantificaron otros contaminantes diferentes a los monitoreados con los estudios de higiene industrial realizados por la compañía los determinados BTX, los contaminantes en mayor concentraciones identificados fueron metano (2,45 mg/kg), etano (0,08 mg/kg) y propano (0,01 mg/kg).

Los criterios de referencia o valores límite (TLV's) para riesgos químicos aplicados para este estudio son los recomendados por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH) que tienen vigencia para Colombia según el estatuto general de seguridad e higiene industrial del ministerio de trabajo y seguridad social de Colombia (resolución 02400 de 1979, artículo 154).

Para valoraciones de riesgo químico y físico se establece en el numeral 6, artículo 2.2.4.6.8° del Decreto 1072 de 2015, gestión de peligros y riesgos, que el empleador debe adoptar disposiciones efectivas para desarrollar las medidas de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos y establecimiento de controles que prevengan daños en la salud de los trabajadores y/o contratistas, en los equipos o instalaciones.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En muchas actividades los trabajadores están expuestos a diversos riesgos; los analistas de los laboratorios de ensayos fisicoquímicos están propensos a muchos compuestos químicos en forma de vapor, en diferentes ocasiones las empresas realizan monitoreo de BTX, limitando la exposición solo a estos tres compuestos orgánicos aromáticos como lo es el benceno, tolueno y xileno; dejando de lado los otros compuestos que provienen de los hidrocarburos, por lo que se considera necesario cuantificar la posible cantidad total de hidrocarburos que se encuentran en el aire, debido a que los colaboradores están expuestos a dichos gases en el desarrollo diario de sus actividades (Buitrago Estrada, 2012).

Según (Almario, 2014), los trabajadores que se encontraban expuestos a sustancias provenientes de los hidrocarburos, como los clorados u organoclorados posiblemente el padecimiento de cáncer de páncreas es por la exposición de dichos compuestos en el aire que inhalaban en el desarrollo habitual de sus funciones. Si bien se logró establecer que el porcentaje de exposición era muy corto (12%) para establecer relación, considerando importante la búsqueda de mecanismos para prevención.

Por su parte (Calderón, 2017), afirman que hidrocarburos aromáticos y los derivados están asociado aumento de incidencia de diversos tipos de cáncer en las personas que están ostentadas a estas sustancias, lo que nos da un horizonte en realizar la cuantificación e identificación de compuestos químicos provenientes de los hidrocarburos presente en el ambiente de laboratorio que se trabaja con esta matriz, utilizando como equipo para la cuantificación un cromatógrafo de gases con detector FID y TCD.

En diversas oportunidades la OMS (organización mundial de la salud), ha realizado llamado de atención sobre la exposición a sustancias químicas como una fuente de enfermedades laborales, para las personas que están expuestas realizando actividades laborales de consideración manejando solventes orgánicos, ya que estos tienen un factor de riesgo elevado.

Este planteamiento del problema se realiza luego de esquematizar los antecedentes que se reportan en las diferentes fuentes bibliográficas, llegando a hipotetizar la identificación y cuantificación de compuestos químicos orgánicos que se encuentran posiblemente en estado gaseoso en laboratorios de ensayos fisicoquímicos de análisis de muestras de hidrocarburos (Castro, 2018).

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las empresas según la regulación existente en los estatutos, de acuerdo con los estudios higiénicos que hacen para brindar lugares sanos conforme con las políticas de seguridad y salud en el trabajo, realizan monitoreo de sustancias presentes en el ambiente de trabajo, dentro de los programas de gestión por estar mayor mente expuesto al riesgo químico conforme con la actividad que realizan a diario, vigilan la posible presencia de sustancias químicas o agentes perjudiciales para la salud de los colaboradores, siendo el monitoreo enfocado a la detección de presencia de benceno, tolueno y/o xileno conocidos como BTX, no obstante estas empresas realizan las mediciones higiénicas para dar cumplimiento legales desistiendo de las afectación que pueden tener los trabajadores en el futuro debido a la posibles exposición con agentes químicos tóxicos o perjudiciales para la salud del personal que la manipula a diario surgiendo la necesidad de evaluar y monitorear con el fin de ejercer los controles técnicos y administrativos de seguridad y salud en el trabajo, conforme con las necesidades del personal expuesto. Surgiendo la siguiente pregunta.

¿Cuáles son los posibles efectos sobre la salud de los colaboradores de empresa ubicada en la ciudad de Barrancabermeja, dedicada al análisis fisicoquímico de matriz de hidrocarburos, por posible causa de las concentraciones de compuestos químicos identificados en el ambiente del laboratorio?

4. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.1. Objetivo General:

Analizar los posibles efectos sobre la salud de los colaboradores en la empresa ubicada en Barrancabermeja, dedicada al análisis fisicoquímico de matriz de hidrocarburos a causa de las concentraciones de compuestos químicos identificados en el laboratorio.

4.2. Objetivos Específicos:

Inspeccionar las áreas del laboratorio realizando toma de muestras del aire, con el fin de identificar posibles compuestos presentes que pueden ser nocivos para los trabajadores.

Especificar si se detectan compuestos químicos, cuáles son los más nocivos para la salud de los colaboradores.

Formular controles gerenciales enfocados en la seguridad y salud en el trabajo para evitar afectaciones a futuro de los individuos que realizan las actividades en el laboratorio de ensayo.

Recomendar las diferentes intervenciones que se deben realizar para prevenir cualquier efecto negativo en la salud de esta población específica.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Petróleo crudo (hidrocarburos)

EL petróleo crudo es una mezcla compleja de diversos componentes entre los que se encuentran ácidos grasos saturados, aromáticos, resinas y asfáltenos; estos se diferencian en su solubilidad y polaridad, las propiedades de los crudos varían de acuerdo a su procedencia geográfica, por tanto para cada crudo se debe realizar una caracterización, con la que se determina las diferentes concentraciones de asfáltenos, azufre, nitrógeno y metales; estos últimos aumentan su concentración para crudos pesados, además de la caracterización es importante la densidad (Wauquier, 2004); esta varía de acuerdo a la relación atómica H/C sea mayor entonces menor será la densidad, también a partir de esta propiedad se determina un parámetro importante para los crudos el API (American Petroleum Institute) cuyo valor varía entre 75 y 5, con lo que se determina el tipo de crudo (Colin, 2001). Los principales contaminantes encontrados son xileno, tolueno, benceno, entre otros que dependen de la proveniencia del crudo, estas están a su vez asociadas a las diferentes actividades industriales, destacada la industria petrolera, que realiza las emisiones de forma directa o indirecta por la combustión de este complejo compuesto (Lasat, M. 2006), para el petróleo crudo es muy importante definir la concentración y los metales presentes, debido a los diferentes problemas medio ambientales que estos causan de acuerdo a su toxicidad (Prieto, 2015). Una de las dificultades que se presentan para la explotación de los crudos pesados es su viscosidad, lo que dificulta el fluido mediante los métodos convencionales; esto se debe al alto contenido de asfáltenos y resinas (Ruiz, 2015), no obstante la baja disponibilidad de crudos ligeros, hace que surja la necesidad de dar provecho a las reservas de crudos pesados y extrapesados que se encuentran en un 64% de disponibilidad (crudos pesados) (Calderón, 2017), se utiliza el método SARA para el fraccionamiento de un crudo, que se basa en la separación de saturado, aromático, resinas y asfáltenos, realizando posterior caracterización para determinar las propiedades del crudo, utilizar estos compuestos como fuente de energía, causan la principal contaminación de la atmósfera, ya que estos materiales

carbónicos utilizarlos exige la combustión completa por tanto la producción de dióxido de carbono (CO₂) (Reina, 2017).

5.2. Componentes derivados del petróleo crudo.

Aprovechar las propiedades del crudo no se realiza de forma directa, esta se hace en la transformación de la materia prima en las fracciones utilizando métodos de destilación al vacío, usando a su vez catalizadores de reacción obteniendo finalmente los llamados productos refinados encontrándose en la lista productos tales como nafta, gasolina, jet, diésel entre otros (Wauquier, 2004). Estos productos son utilizados como generadores de energía en motores de chispa, sin embargo, antes de ser distribuidos o ser puesto a disposición de los usuarios se deben realizar análisis fisicoquímicos para dar cumplimiento a normativas de regulación de calidad de combustibles y para promover la calidad del medio ambiente (calidad del aire) (Maqueda, M et al 2018), por lo que a diario en diferentes laboratorios del mundo realizan las pruebas fisicoquímicas por personal que manipula las muestras y están expuestos a los vapores que se desprenden de los componentes más volátiles de acuerdo con la norma ASTM D-86 grupo 1 y 2, y todos los derivados de los productos tales como sustancias orgánicas y en algunos casos productos aditivos que son incorporados en el proceso para mejorar el proceso de combustión (Colin, 2001).

Cuando se está expuesto a estas sustancias la mayoría de los efectos se da por la presencia de sustancias químicas identificadas tales como benceno, xileno y tolueno, sin embargo, esta mezcla de hidrocarburos son complejas que se deben identificar los otros componentes que posiblemente estén circundantes en el aire, la inhalación de los vapor en concentraciones altas genera irritación de los pulmones y puede llegar a causar lesiones en la piel si no se utilizan los elementos de protección personal pertinentes, dentro de los efectos más graves que se pueden tener es daño en el sistema nervioso central, los efectos agudos son mareo o

nausea acompañada de dolor de cabeza. Aunque este estudio señala que no hay información completa y disponible para determinar que los derivados de los hidrocarburos son los que causan esta afectación, existe la hipótesis que producen efectos de nacimiento o en su defecto afectan la reproducción (Lasat, 2006).

Otros estudios revelan que personal que presta servicio en surtidores de combustibles pueden llegar a padecer enfermedades graves como cáncer, defectos genéticos, y perjudicar la fertilidad o dañar el feto, aunque en este estudio habla de producto directo responsable como la gasolina, y uno de los factores que señalan es por la fácil volatilización de este producto al estar expuesto a temperaturas altas del medio ambiente (Cardona, 2017)

5.3. Descripción del factor de riesgo químico

Los factores de riesgo que pueden ocasionar efectos sobre la salud van a depender de la vía de entrada de las sustancias o productos al organismo; las diversas propiedades toxicológicas que estos posean, el tiempo de exposición a los productos químicos (condiciones de exposición químicas y magnitud de la exposición), la susceptibilidad que tienen el trabajador expuesto, factores ambientales como humedad, temperatura y ventilación. En el desarrollo de las actividades se encuentran diversos factores de riesgo que son totalmente independiente de las diversas situaciones que se presenten, sin embargo, colocan en riesgo la salud del personal expuesto, por su parte la exposición depende de las condiciones del área de trabajo y se deben evaluar que tanto varía entre las diversas situaciones que se pueden llegar a presentar (CHIAVENATO, 2013)

5.3.1. Vías de exposición

Los productos químicos pueden ingresar al cuerpo humano por tres (3) vías:

5.3.1.1. Por vía oral: Esta es conocida adicionalmente como ingestión. Por esta se pueden presentar las consecuencias conocidas como más graves. Se puede presentar por diversos factores de malos hábitos de trabajo al comer, beber, o fumar con las manos o guantes contaminados y al tratar de destapar envases o filtros de los equipos sin utilizar los mecanismos necesarios o auxiliares para el desarrollo de la función tales como el llenado de pipetas, eliminación de polvo entre otros.

5.3.1.2. Por vía inhalatoria: Por esta vía puede presentar la inhalación de vapores al destapar productos, por respirar dentro de la nube de químico al realizar el llenado de los contenedores sin utilizar los elementos de protección pertinentes o en su defecto que se encuentren deteriorados.

5.3.1.3. Por vía dermal: Es una de las más frecuentes por la que se presenta la intoxicación ocupacional. Esta se da por ocasionar derrames o salpicaduras de productos en la piel, por malos hábitos de trabajo en dado caso no se tiene las medidas de precaución pertinente, como uso de batas y o cualquier elemento necesario para mitigar este riesgo ya que muchas veces se ven las sustancias como inofensivas sin conocer los diversos impactos negativos que estas pueden llegar a ocasionar en la piel (Pinilla, 2016)

5.3.2. Toxicidad de los productos químicos

Esta se define como la capacidad que tiene un agente químico para ocasionar daño o contusión en un organismo vivo. No se ha logrado establecer el límite entre

puede llegar a ser tóxico o no, sin embargo, se pueden clasificar de acuerdo con el grado o categorías de toxicidad (Ibarra, 2017)

Encontramos que la toxicidad aguda para la vía oral y la dérmica, esta expresada como se muestra a continuación (DL50), siendo esta la que ocasiona la muerte de la mitad (50%) de los animales utilizados en los diversos estudios. La DL50 se expresa en miligramos por kilogramo del animal (mg/kg). Por su parte cuando se está expuesto o se tiene el contacto por la vía inhalatoria se habla de concentración letal media (CL50) y se expresa en miligramos del compuesto químico por litro de aire, tomando como marco de referencia el tiempo de exposición 240 minutos. Es importante señalar y tener presente que entre más diminuto sea el valor de la DL50 o de la CL50 más tóxico es el compuesto químico. Conforme con los reportes de la Organización Mundial de la Salud, se han establecido cuatro categorías toxicológicas (valores DL50 y CL50 en animales) (Henao, 2018)

Tabla 1. Clasificación toxicológica de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (Ringen, 2018)

CATEGORÍA	DL50 ORAL		DL50 DERMAL	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
I a	< 5	< 20	< 10	< 40
I b	5 – 50	20 - 200	10 – 100	40 - 400
II	50 – 500	200 - 2000	100 – 1000	400 - 4000
III	500 – 2000	2000 - 3000	> 1000	> 4000

Esta tabla indica la clasificación de los contaminantes, con lo que se determina las posibles afectaciones que estos pueden llegar a causar en las personas que están expuestas a las diferentes concentraciones de estos compuestos químicos.

5.4. Descripción del puesto de trabajo

El empleado tiene el cargo de analista de laboratorio II, realiza labores de análisis de muestras en los laboratorios de refinados y crudos, en el laboratorio de crudo realiza análisis a la matriz de crudo en los equipos de acidez, de sales análogo y en el equipo karl fischer volumétrico, para la determinación de sales usa reactivos como xileno y un volumen de 40 mL de este por muestra, adicionalmente utiliza solventes de sales con volumen de 50 mL por muestra, dependiendo del contenido de agua de la muestra se usa más o menos cantidad de karl fischer. Adicionalmente, usan otros reactivos como tritan 5, hidróxido de potasio y acetona para secar capilares. Se identifica el en desarrollo de la actividad utilizan protección respiratoria media cara con cartuchos para vapores orgánicos MSA. (Manual de funciones).

Tabla 2. Identificación de área crítica y tarea crítica.

Área critica	Tarea critica	Materiales o sustancias químicas utilizadas.
Laboratorio de crudos	análisis de muestras	crudo, karl fisher, xileno, tritán, hidróxido de potasio, acetona, tolueno,

Esta tabla muestra la tarea crítica que se ejecuta en esta área específica y los materiales o sustancias químicas que se manipulan en el desarrollo de la actividad.

Tabla 3. Controles actuales.

Sistema de captación	Controles administrativos	Tipo de exposición
Cabinas con campanas de extracción	Dotación y reposición de protección respiratoria.	Tiempo de exposición diaria.

Se pueden identificar los diferentes controles en materia de seguridad y salud en el trabajo establecidos.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Actividad económica y misión.

Esta compañía tiene diferentes líneas de negocios sin embargo para esta investigación fue posible tener acceso a la información del laboratorio de ensayos fisicoquímicos ubicado en la ciudad de Barrancabermeja, en los cuales se realizan análisis de calidad a los hidrocarburos y visto bueno para la posterior comercialización, los productos a los cuales tienen exposición el personal de esta sede son crudos, gasolinas, diésel, biodiésel, naftas, virginoil, queroseno, jet, gas natural, gas licuado. En las áreas de los laboratorios se encuentran fichas de seguridad de los productos a los cuales el personal están expuestos y de acuerdo con información a la que se tiene acceso cotidianamente se realizan charlas con el fin de general conciencia en el autocuidado y diario charlas preoperacionales. Adema la compañía con el fin de evitar incidentes o accidente en el evento que estos ocurren hacen retroalimentación de las lecciones aprendidas a todo el personal.

6.2. Áreas de trabajo

Administrativo (sede Bogotá).

Operativos y administrativos (sedes fuera de Bogotá (campo)).

Operativos (Sedes fuera de Bogotá (campo)).

6.3. Inducción y reinducción

Esta compañía realizara según su cronograma de actividades HSE, las diferentes inducciones, capacitaciones y charlas preoperacionales para el contrato del laboratorio de ensayos fisicoquímicos. Donde se abarcan los diferentes temas relacionados con la seguridad, salud en el trabajo, medio ambiente y responsabilidad social empresarial. Estas inducciones, capacitaciones y charlas de

seguridad y salud en el trabajo, se encuentran relacionados en los procedimientos que esta compañía ha dispuesto para dicha actividad, contando con un cronograma para las capacitaciones.

El personal de esta empresa para el ejercicio de sus funciones debe dar cumplimiento con la inducción que realiza los clientes, para los trabajadores que deban ingresar a las instalaciones de estos y/o se encuentren bajo su control y supervisión.

6.4. Procedimientos y prácticas seguras.

La compañía ha tomado como directriz los procedimientos requeridos por el cliente para documentar e implementar en la ejecución de sus contratos aquellos que están relacionados con el SG-SST de la empresa, con el fin de proporcionar información acerca de sus procedimientos, documentos, indicadores, y registros en seguridad y salud en el trabajo.

Dentro de los procedimientos críticos de trabajo que se desarrollaran se encuentran aquellos que son repetitivos para la operación y que presentan un factor de riesgo latente para el trabajador, entre los que podemos identificar ejecución de análisis con muestras con altos contenidos de benceno, tolueno, xileno y otros componentes objetivos de la posibles identificación y cuantificación.

6.5. Procedimientos de tareas críticas.

Dentro del procedimiento de tareas críticas tiene establecidos sus Programas de gestión considerando como tareas críticas los trabajos de riesgo vial y químico. Por lo que posee unos programas de gestión para el desarrollo de estas tareas críticas.

La actualización y la divulgación de estos procedimientos de trabajo, prácticas seguras y análisis de tareas críticas se realizarán según las necesidades del contrato o según las sugerencias del cliente o con la actualización anual del plan de la gestión de SST para la compañía.

6.6. Identificación de peligros y riesgos.

La compañía establece y mantiene continua identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, los cuales incluyen actividades rutinarias y no rutinarias; actividades de todas las personas que tiene acceso al sitio de trabajo; comportamientos, aptitudes y otros factores humanos; peligros identificados que se originan fuera del lugar de trabajo con capacidad para afectar adversamente la salud y seguridad de las personas, infraestructura, equipos y materiales de trabajo, peligros generados por la vecindad del lugar de trabajo, por actividades relacionadas con el trabajo controlado por la organización y son registrados dentro del sistema de gestión.

La empresa se asegura que los resultados de la valoración de los riesgos sean considerados al momento de determinar los controles. Para realizar la determinación de los controles a los riesgos previamente identificados y valorados en el desarrollo de las actividades de la empresa, así como en la ejecución de los diferentes contratos, se tiene en cuenta el siguiente orden jerárquico, eliminación, sustitución, controles de ingeniería (rediseñar, aislar / separar, entre otros), precauciones y/o controles administrativos y equipos de protección personal.

Para que el proceso de valoración de riesgos sea dinámico la empresa retroalimenta la identificación de peligros con todas las actividades que impactan el sistema (auditorias, simulacros, análisis de tendencias, visitas planeadas, incidentes entre otros), y utiliza la metodología de ATS, según aplique a la actividad y el riesgo que se presente en la actividad a desarrollar. La empresa demuestra que

existe una evolución en el análisis y control de sus riesgos por medio del análisis de gestión del cambio.

6.7. Equipo de protección personal-epp

Internamente los controles de los factores de riesgo asociado a sus actividades y a la prestación de los servicios con los clientes tienen identificado en un procedimiento mediante el cual se establecen los elementos de protección personal que deben tener los trabajadores de acuerdo con la tarea que van a desarrollar, además lo contemplan en el procedimiento de gestión del riesgo/ matriz de epp por cargo).

El laboratorio de ensayo fisicoquímico identifica los peligros y riesgos propios de su actividad, con los riesgos específicos del lugar donde se realizará el trabajo, incluyendo los casos HSE del área. Dicha matriz la actualizan como mínimo anualmente o cuando se requiera por los clientes, o después que se presenten incidentes graves; además deberán ser implementadas las medidas de control requeridas para la administración de los riesgos.

6.8. Programación de exámenes médicos ocupacionales

La entidad cuenta con un procedimiento de realización de evaluaciones médicas, procedimiento evaluaciones medicas ocupacionales, el cual se ejecuta de acuerdo con el profesiograma y se establece el requerimiento médico para la realización de exámenes de ingreso, periódicos y de egreso que se practica a todos los trabajadores asignados a cada uno de los contratos por parte de la empresa.

Para trabajos de alto riesgo, se deberá especificar en la certificación medica que es apto para el trabajo crítico respectivo, de conformidad con la normatividad legal

vigente, por términos de cumplimientos de parámetros de seguridad y salud en el trabajo.

6.9. Medicina preventiva y del trabajo

Esta compañía cuenta con un programa de medicina preventiva y del trabajo donde realizan actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, con el apoyo de la administradora de riesgos laborales enfocados al mejoramiento de las condiciones de trabajo y del trabajador y al cumplimiento de los requisitos del cliente y la normatividad vigente aplicable. Estas actividades de promoción y prevención se ejecutan según el cronograma de actividades de SST.

6.10. Puestos de trabajo

Con el acceso al área operativa del laboratorio de ensayo fisicoquímico, se señalan estos puestos de trabajo sin embargo hay un cargo de estos que abarca el área administrativa, se dio a conocer por la compañía que el nivel del riesgo de los empleados es 5, tema que es indiscutible porque, aunque hay un cargo que ejerce labores administrativas está expuesto al riesgo químico y otros identificados que a su vez tienen los controles implementados.

Jefe de Laboratorio de ensayos fisicoquímicos.

Analista de laboratorio I

Analista de Laboratorio II

Auxiliar de Laboratorios

Auxiliar de Servicios Generales.

Tabla 4. Número de trabajadores por puestos de trabajo y nivel de riesgo.

Puesto de trabajo	Número de empleado	Nivel del riesgo
Jefe de Laboratorio de ensayos fisicoquímicos.	1	5
Analista de laboratorio I	1	5
Analista de Laboratorio II	5	5
Auxiliar de Laboratorios	1	5
Auxiliar de Servicios Generales.	1	5

Cargo que se desempeñan en la compañía, de vital importancia para enmarcar el carácter investigativo y la afectación que posiblemente se puede dar por el factor de riesgo químico al que se exponen.

Tabla 5. Matriz de riesgos identificados, resaltando el de objetivo de esta investigación.

Actividades diarias, Operativas o Administrativas, tales como análisis de Laboratorio para determinación de calidad de Hidrocarburos, Elaboración de Informes.	FACTOR DE RIESGO	PELIGRO	POSIBLE EFECTO	ASPECTOS GERENCIALES	EPP
		Iluminación luz visible por exceso (deficiencia) Iluminación, Computadores, lámparas fluorescentes e impresoras.	Fatiga e irritación visual	Exámenes médicos ocupacionales periódicos	N.A
	FISICO	Disconfor por cambio de temperatura (ingreso y salida de lugares con aire acondicionado y temperatura ambiente alta) Altas temperaturas Ray s solares Fluctuaciones de clima.	Sudoración, sensación de mareo, Síncope vasovagal. Estrés por calor Exposición prolongada a temperaturas ambientales altas durante la jornada Deshidratación.	Suministro de hidratación Capacitación en autocuidado Seguimiento al Programa de mantenimiento de infraestructura Exámenes médicos ocupacionales, Examen médico con análisis de laboratorio.	La ropa cuenta con las especificaciones técnicas requeridas para la realización de los trabajos, de tal forma que eviten el disconfort térmico.
	QUÍMICO	Gases y vapores: Exposición a sustancias nocivas y/o tóxicas polvo, BTX, gases, vapores, químicos, Líquidos / sólidos y sustancias químicas. (solventes, Nafta, gases ácidos y vapores orgánicos, xilenos, mercurio, H2S)	Dermatitis, alteración en las vías respiratorias, desmayos, pérdida de la conciencia. Quemaduras de I y II grado. Cáncer, muerte del trabajador	Publicación de MSDS. Programa de Gestión para Riesgo Químico, Matriz de compatibilidad.	El personal cuenta con los EPP y Dotación. Respiradores de Cara completa y Media Cara, cartuchos y filtros.

	MECANICO	Manipulación de herramienta de oficina.	Lesiones de diversa gravedad y naturaleza según el tipo de exposición, contusiones, heridas, atrapamientos, lesiones oculares.	Programa de inspecciones. Programa de capacitación. Adquisición de herramientas y equipos con las especificaciones ergonómicas.	Suministro al personal de equipos y herramienta con el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
	BIOLOGICO	Contacto con Virus, Bacterias, Hongos y Parásitos, picadura, mordeduras en operaciones, en Hospedajes y Restaurantes	Infecciones Enfermedades endémicas	Fumigación control de parásitos, virus, hongos y bacterias	N.A

En esta Matriz se identifican los riesgos expuestos de los colaboradores, en la cual se resalta el riesgo químico por ser de nuestro objetivo de investigación, adicional a esto los potenciales factores que nos pueden llevar a materializar este tipo de riesgo.

Tabla 6. Riesgo expuesto por cargos, de acuerdo con la matriz de riesgos identificados.

Puesto de trabajo	Riesgo
Jefe de Laboratorio de ensayos fisicoquímicos.	
Analista de laboratorio I	
Analista de Laboratorio II	Físico Químico Mecánico
Analista de Laboratorio II-Equipos.	Biológico Biomecánico
Auxiliar de Laboratorios	
Auxiliar de Servicios Generales.	

Es de vital importancia resalta que todos los empleados están expuestos a los mismos riesgos, sin embargo, para esta investigación nos centraremos en el riesgo químico, para el cual se pretende identificar la presencia de otros contaminantes.

6.11. Monitoreo que realizan en el laboratorio de ensayo fisicoquímico

Dentro de los estudios de higiene ocupacional relacionado con la evaluación de contaminantes químicos con análisis de vapores orgánicos B.T.X. (Benceno, Tolueno y Xileno), que se efectúa al personal perteneciente a la empresa. El muestreo se realiza cuando se está ejecutando la labor de análisis en las diferentes áreas del laboratorio de ensayo.

La actividad es realizada por personal altamente calificado con licencia en seguridad y salud en el trabajo que cuenta con equipos calibrados por entes acreditados los cuales brindan información real que le sirve a la compañía para ejercer controles cuando estos los requiera, con el propósito de mantener controladas las condiciones de trabajo y la exposición ocupacional de los trabajadores.

Los criterios de referencia o valores límite (TLV's) para riesgos químicos aplicados para los estudios son los recomendados por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH) que tienen vigencia para Colombia según el estatuto general de seguridad e higiene industrial del ministerio de trabajo y seguridad social de Colombia (resolución 02400 de 1979, artículo 154).

Con el objetivo de conocer los niveles de exposición a contaminantes químicos con análisis de vapores orgánicos B.T.X (Benceno, Tolueno y Xileno), en las instalaciones de los Laboratorios de pruebas de la empresa, realiza un muestreo es realizado con la finalidad de evaluar al personal ocupacionalmente expuesto en el laboratorio de ensayo fisicoquímico, debido a la manipulación de crudo y derivados de hidrocarburos.

Este realiza mediante muestra personal, y estimación de la concentración de químicos con análisis de B.T.X., para las actividades en laboratorio de la empresa posteriormente se comparan los resultados con valores de concentración de referencia conocidos como niveles límites permisibles (TLV's), propuestos por ACGIH para el año 2019.

6.12. Recolección de información.

Teniendo en cuenta que el laboratorio presta servicio las 24 horas del día, los 7 días de la semana se procedió a realizar un monitoreo teniendo en cuenta en los horarios que más muestras se realizan y como medida de apoyo para soportar la hipótesis que el mayor riesgo se da cuando se realizan los ensayos fisicoquímicos realizando de esta forma los siguientes monitoreos y en las siguientes áreas.

Tabla 7. Identificación de área crítica y tarea crítica.

Área crítica	Tarea crítica	Materiales o sustancias químicas utilizadas.
Laboratorio de crudos	Análisis de muestras	crudo, karl fisher, xileno, tritán, hidróxido de potasio, acetona, tolueno,
Laboratorio de cromatografía	Análisis de muestras	gas natural, jet, queroseno, ciclohexano, acetona, gasolinas.
Laboratorio de refinados	Análisis de muestras	gas natural, jet, queroseno, ciclohexano, acetona, gasolinas, crudo, karl fisher, xileno, tritán, hidróxido de potasio, acetona, tolueno,
Oficina	Actividades administrativas	No aplica

Se identificaron las áreas críticas y las diversas tareas crítica realizadas por el personal del laboratorio de ensayo, identificando que es de vital importancia el monitoreo en las siguientes áreas Oficina y laboratorio de refinados.

Como se pudo evidenciar en la tabla 7 Identificación de área crítica y tarea crítica, el área que mayormente tiene contaminantes es el área del laboratorio de refinado y el que menos contaminantes posee es la oficina donde se realizan actividades administrativas, por lo que se delimitó y realizó el monitoreo en estas áreas con el fin de determinar el índice de riesgo al que están expuestos los colaboradores y se realizó siguiendo el siguiente diseño experimento.

Tabla 8. Formato donde se tabulan los resultados obtenidos de la muestra ocupacional y los cargos evaluados.

Cargo	Concentración	Análisis (Contaminante)	TLV**	Índice de Riesgo

** Valores límites permisibles (TLV – Threshold Limit Values).

Tabla 9. Horario en el que se realizó monitoreo para el área crítica de laboratorio de refinados.

Área Crítica	Horario de Monitoreo
Laboratorio de refinados	06:00
	08:00
	10:00
	12:00
	18:00
	20:00
	22:00
	00:00
	02:00
	Monitoreo general

Teniendo en cuenta que esta actividad crítica se realiza durante el transcurso del día durante las 24 horas y los 7 días se realizará el monitoreo en este horario, durante la jornada laboral del personal, identificando el personal por cargo expuesto.

Tabla 10. Horario donde se realizó monitoreo en área crítica de la oficina del laboratorio de ensayos.

Área Crítica	Horario de Monitoreo
Oficina	06:00
	08:00
	10:00
	12:00
	14:00
	16:00
	18:00
	20:00

Teniendo en cuenta que esta actividad crítica se realiza durante el transcurso del día durante el horario de oficina se realizará el monitoreo en este horario, asumiendo la jornada laboral del personal, identificando el personal por cargo expuesto.

Tabla 11. Número de muestras tomadas en los diferentes horarios establecidos, por área crítica monitoreada.

Área Crítica	Horario de monitoreo	Número de muestras
Laboratorio de refinados oficina	06:00	1
	08:00	1
	10:00	1
	12:00	1
	14:00	1
	16:00	
	18:00	
	20:00	1
	22:00	1
	00:00	1

Tabla 12. Tiempo general del monitoreo del área crítica

Área crítica	Tiempo monitoreado	Volumen	Hora de inicio	Hora de fin
Laboratorio de refinados	20 horas	72 litros	06:00	00:00
Oficina	12 horas	48 litros	06:00	18:00

Cuando se finalizó el monitoreo en cada horario se realizó el análisis a la muestra que se obtuvo, como se hizo un monitoreo general para las actividades críticas se analizaron las dos muestras que se denotaron muestra universal, con lo que se ejecutaron las discusiones y las recomendaciones en carácter de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con los controles actuales que se tiene en el laboratorio de ensayo fisicoquímico.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el laboratorio de refinado.

Tabla 13. Resultados monitoreo laboratorio refinados total.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	0,0E+00	50	35	0,000	0,00
Nitrogeno	3,71E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	2,45E+00	1000	700	0,350	127,7
Etano	3,81E-02	1000	700	0,005	1,984
Propano	2,34E-03	480	336	0,001	0,254
Isobutano	8,90E-06	1000	700	0,000	0,000
n-Butano	1,80E-05	1000	700	0,000	0,001
Isopentano	7,68E-06	600	420	0,000	0,001
n-Pentano	6,79E-06	1000	700	0,000	0,000
Neohexano	2,44E-07	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	8,93E-07	500	350	0,000	0,000
3-Metilpentano	3,35E-06	500	350	0,000	0,000
Metil ciclopentano	2,23E-05	ND	ND	ND	ND
Hexano	2,47E-06	500	350	0,000	0,000

Benceno	3,16E-06	0,50	0	0,001	0,330
3,3 Dimetilpentano	3,48E-07	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	1,60E-06	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	2,16E-06	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	7,67E-07	ND	ND	ND	ND
Heptano	9,93E-07	500	350	0,000	0,000
2,2 Dimetilhexano	1,94E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	5,09E-06	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	3,51E-07	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	5,67E-07	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	1,10E-06	ND	ND	ND	ND
Octano	4,13E-03	300	210	0,002	0,717
Tolueno	9,49E-07	50	35	0,000	0,001
Etilbenceno	4,31E-07	100	70	0,000	0,000
p-Xileno	9,72E-08	100	70	0,000	0,000
o-Xileno	9,20E-07	100	70	0,000	0,000
Nonano	1,47E-07	200	140	0,000	0,000
Decano	1,61E-07	ND	ND	ND	ND
Undecano	1,27E-07	ND	ND	ND	ND
Dodecano	1,34E-07	ND	ND	ND	ND

N.D: No disponible (Convención para todas las tablas)

Tabla 14. Resultados monitoreo laboratorio refinados 06:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	0,0E+00	50	35	0,000	0,00
Nitrogeno	3,89E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,93E+00	1000	700	0,276	100,7
Etano	3,11E-02	1000	700	0,004	1,621
Propano	1,29E-02	480	336	0,004	1,398
Isobutano	2,15E-03	1000	700	0,000	0,112
n-Butano	2,87E-03	1000	700	0,000	0,150
Isopentano	1,01E-03	600	420	0,000	0,088
n-Pentano	3,75E-04	1000	700	0,000	0,020
Neohexano	2,42E-05	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	5,73E-05	500	350	0,000	0,006
3-Metilpentano	1,48E-04	500	350	0,000	0,015
Metil ciclopentano	1,39E-03	ND	ND	ND	ND
Hexano	5,54E-05	500	350	0,000	0,006
Benceno	1,18E-04	0,50	0	0,034	12,324
3,3 Dimetilpentano	4,31E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	6,30E-05	ND	ND	ND	ND

Trimetil-Hexano	4,52E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	1,63E-05	ND	ND	ND	ND
Heptano	1,99E-05	500	350	0,000	0,002
2,2 Dimetilhexano	1,23E-05	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	6,22E-07	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	9,87E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	5,15E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	1,29E-05	ND	ND	ND	ND
Octano	4,62E-03	300	210	0,002	0,804
Tolueno	3,87E-06	50	35	0,000	0,004
Etilbenceno	2,94E-06	100	70	0,000	0,002
p-Xileno	1,72E-06	100	70	0,000	0,001
o-Xileno	6,19E-06	100	70	0,000	0,003
Nonano	3,24E-07	200	140	0,000	0,000
Decano	1,48E-07	ND	ND	ND	ND
Undecano	5,94E-08	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 15. Resultados monitoreo laboratorio refinados 08:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	0,0E+00	50	35	0,000	0,00
Nitrogeno	3,91E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,79E+00	1000	700	0,256	93,4
Etano	7,71E-02	1000	700	0,011	4,019
Propano	3,93E-02	480	336	0,012	4,273
Isobutano	8,56E-03	1000	700	0,001	0,446
n-Butano	1,13E-02	1000	700	0,002	0,588
Isopentano	5,25E-03	600	420	0,001	0,456
n-Pentano	4,30E-03	1000	700	0,001	0,224
Neohexano	1,14E-04	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	2,98E-04	500	350	0,000	0,031
3-Metilpentano	1,55E-03	500	350	0,000	0,161
Metil ciclopentano	7,58E-03	ND	ND	ND	ND
Hexano	1,14E-03	500	350	0,000	0,119
Benceno	6,56E-04	0,50	0	0,187	68,379
3,3 Dimetilpentano	3,11E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	2,15E-04	ND	ND	ND	ND

Trimetil-Hexano	3,58E-04	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	8,38E-05	ND	ND	ND	ND
Heptano	1,02E-04	500	350	0,000	0,011
2,2 Dimetilhexano	2,59E-04	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	1,09E-05	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	6,99E-04	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	4,11E-05	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	4,75E-05	ND	ND	ND	ND
Octano	5,23E-05	300	210	0,000	0,009
Tolueno	1,42E-02	50	35	0,041	14,829
Etilbenceno	2,96E-06	100	70	0,000	0,002
p-Xileno	2,41E-05	100	70	0,000	0,013
o-Xileno	4,38E-05	100	70	0,000	0,023
Nonano	6,46E-05	200	140	0,000	0,017
Decano	1,80E-05	ND	ND	ND	ND
Undecano	4,72E-06	ND	ND	ND	ND
Dodecano	4,52E-06	ND	ND	ND	ND

Tabla 16. Resultados monitoreo laboratorio refinados 10:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	9,9E-03	50	35	0,028	10,31
Nitrogeno	1,47E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,70E+00	1000	700	0,243	88,5
Etano	2,81E-02	1000	700	0,004	1,464
Propano	9,36E-03	480	336	0,003	1,017
Isobutano	1,98E-03	1000	700	0,000	0,103
n-Butano	2,23E-03	1000	700	0,000	0,116
Isopentano	5,96E-04	600	420	0,000	0,052
n-Pentano	4,20E-04	1000	700	0,000	0,022
Neohexano	1,29E-05	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	3,89E-05	500	350	0,000	0,004
3-Metilpentano	1,29E-04	500	350	0,000	0,013
Metil ciclopentano	6,36E-04	ND	ND	ND	ND
Hexano	6,46E-05	500	350	0,000	0,007
Benceno	6,20E-05	0,50	0	0,018	6,464
3,3 Dimetilpentano	1,63E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	2,26E-05	ND	ND	ND	ND

Trimetil-Hexano	2,36E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	6,97E-06	ND	ND	ND	ND
Heptano	1,14E-05	500	350	0,000	0,001
2,2 Dimetilhexano	7,34E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	3,19E-07	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	2,45E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	1,43E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	1,30E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	2,35E-06	ND	ND	ND	ND
Octano	9,84E-07	300	210	0,000	0,000
Tolueno	3,69E-05	50	35	0,000	0,038
Etilbenceno	2,52E-06	100	70	0,000	0,001
p-Xileno	1,22E-06	100	70	0,000	0,001
o-Xileno	1,16E-06	100	70	0,000	0,001
Nonano	1,80E-07	200	140	0,000	0,000
Decano	2,61E-07	ND	ND	ND	ND
Undecano	8,54E-08	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 17. Resultados monitoreo laboratorio refinados 12:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	0,0E+00	50	35	0,000	0,00
Nitrogeno	1,35E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,85E+00	1000	700	0,264	96,3
Etano	1,93E-02	1000	700	0,003	1,007
Propano	4,81E-03	480	336	0,001	0,523
Isobutano	1,40E-03	1000	700	0,000	0,073
n-Butano	1,11E-03	1000	700	0,000	0,058
Isopentano	4,12E-04	600	420	0,000	0,036
n-Pentano	2,23E-04	1000	700	0,000	0,012
Neohexano	9,44E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	3,35E-05	500	350	0,000	0,003
3-Metilpentano	8,67E-05	500	350	0,000	0,009
Metil ciclopentano	4,28E-04	ND	ND	ND	ND
Hexano	3,15E-05	500	350	0,000	0,003
Benceno	5,03E-05	0,50	0	0,014	5,247
3,3 Dimetilpentano	8,11E-07	1000	700	0,000	0,000

Dimetilciclopentano	1,65E-05	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	1,48E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	5,25E-06	ND	ND	ND	ND
Heptano	8,97E-06	500	350	0,000	0,001
2,2 Dimetilhexano	2,34E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	1,30E-06	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	5,44E-07	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	1,69E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	3,01E-02	ND	ND	ND	ND
Octano	4,84E-05	300	210	0,000	0,008
Tolueno	6,14E-07	50	35	0,000	0,001
Etilbenceno	9,85E-07	100	70	0,000	0,001
p-Xileno	1,95E-07	100	70	0,000	0,000
o-Xileno	1,03E-06	100	70	0,000	0,001
Nonano	9,67E-08	200	140	0,000	0,000
Decano	1,25E-08	ND	ND	ND	ND
Undecano	7,38E-08	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 18. Resultados monitoreo laboratorio refinados 18:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	4,9E-04	50	35	0,001	0,51
Nitrogeno	2,91E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,35E+00	1000	700	0,193	70,6
Etano	1,31E-02	1000	700	0,002	0,681
Propano	2,94E-03	480	336	0,001	0,320
Isobutano	8,70E-04	1000	700	0,000	0,045
n-Butano	6,37E-04	1000	700	0,000	0,033
Isopentano	2,38E-04	600	420	0,000	0,021
n-Pentano	1,25E-04	1000	700	0,000	0,007
Neohexano	5,53E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	1,80E-05	500	350	0,000	0,002
3-Metilpentano	4,65E-05	500	350	0,000	0,005
Metil ciclopentano	2,33E-04	ND	ND	ND	ND
Hexano	1,62E-05	500	350	0,000	0,002
Benceno	2,64E-05	0,50	0	0,008	2,751
3,3 Dimetilpentano	4,02E-07	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	9,18E-06	ND	ND	ND	ND

Trimetil-Hexano	8,00E-06	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	2,73E-06	ND	ND	ND	ND
Heptano	4,79E-06	500	350	0,000	0,000
2,2 Dimetilhexano	1,13E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	1,00E-06	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	4,30E-07	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	8,91E-07	ND	ND	ND	ND
Octano	4,51E-07	300	210	0,000	0,000
Tolueno	1,08E-05	50	35	0,000	0,011
Etilbenceno	5,69E-07	100	70	0,000	0,000
p-Xileno	4,64E-07	100	70	0,000	0,000
o-Xileno	1,10E-07	100	70	0,000	0,000
Nonano	1,20E-07	200	140	0,000	0,000
Decano	4,16E-08	ND	ND	ND	ND
Undecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 19. Resultados monitoreo laboratorio refinados 20:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	6,8E-03	50	35	0,019	7,07
Nitrogeno	3,72E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	1,41E+00	1000	700	0,201	73,3
Etano	2,26E-02	1000	700	0,003	1,176
Propano	7,50E-03	480	336	0,002	0,814
Isobutano	1,64E-03	1000	700	0,000	0,085
n-Butano	1,82E-03	1000	700	0,000	0,095
Isopentano	4,97E-04	600	420	0,000	0,043
n-Pentano	3,43E-04	1000	700	0,000	0,018
Neohexano	1,08E-05	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	3,22E-05	500	350	0,000	0,003
3-Metilpentano	1,08E-04	500	350	0,000	0,011
Metil ciclopentano	5,40E-05	ND	ND	ND	ND
Hexano	5,21E-05	500	350	0,000	0,005
Benceno	5,10E-05	0,50	0	0,015	5,315
3,3 Dimetilpentano	1,06E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	1,92E-05	ND	ND	ND	ND

Trimetil-Hexano	1,99E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	5,75E-06	ND	ND	ND	ND
Heptano	9,32E-06	500	350	0,000	0,001
2,2 Dimetilhexano	5,87E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	1,33E-06	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	2,22E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	1,16E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	1,79E-06	ND	ND	ND	ND
Octano	3,70E-06	300	210	0,000	0,001
Tolueno	3,19E-07	50	35	0,000	0,000
Etilbenceno	5,78E-07	100	70	0,000	0,000
p-Xileno	1,02E-06	100	70	0,000	0,001
o-Xileno	2,63E-07	100	70	0,000	0,000
Nonano	5,04E-05	200	140	0,000	0,013
Decano	2,00E-07	ND	ND	ND	ND
Undecano	1,22E-07	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 20. Resultados monitoreo laboratorio refinados 22:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	1,1E-02	50	35	0,031	11,2
Nitrogeno	2,53E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	2,09E+00	1000	700	0,299	109,2
Etano	3,34E-02	1000	700	0,005	1,741
Propano	1,11E-02	480	336	0,003	1,201
Isobutano	2,41E-03	1000	700	0,000	0,126
n-Butano	2,65E-03	1000	700	0,000	0,138
Isopentano	7,25E-04	600	420	0,000	0,063
n-Pentano	4,92E-04	1000	700	0,000	0,026
Neohexano	1,58E-05	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	4,63E-05	500	350	0,000	0,005
3-Metilpentano	1,53E-04	500	350	0,000	0,016
Metil ciclopentano	7,73E-05	ND	ND	ND	ND

Hexano	7,20E-05	500	350	0,000	0,008
Benceno	7,19E-05	0,50	0	0,021	7,495
3,3 Dimetilpentano	1,39E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	2,71E-05	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	2,80E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	8,06E-06	ND	ND	ND	ND
Heptano	1,31E-05	500	350	0,000	0,001
2,2 Dimetilhexano	7,89E-06	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	4,21E-07	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	3,04E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	2,23E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	1,63E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	2,49E-06	ND	ND	ND	ND
Octano	5,21E-06	300	210	0,000	0,001
Tolueno	2,09E-06	50	35	0,000	0,002
Etilbenceno	3,21E-06	100	70	0,000	0,002
p-Xileno	5,78E-07	100	70	0,000	0,000

o-Xileno	3,78E-07	100	70	0,000	0,000
Nonano	7,39E-05	200	140	0,000	0,019
Decano	2,72E-07	ND	ND	ND	ND
Undecano	1,52E-08	ND	ND	ND	ND
Dodecano	1,26E-08	ND	ND	ND	ND

Tabla 21. Resultados monitoreo laboratorio refinados 00:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	1,2E-02	50	35	0,034	12,41
Nitrogeno	2,23E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	2,13E+00	1000	700	0,304	110,9
Etano	2,88E-02	1000	700	0,004	1,499
Propano	1,10E-02	480	336	0,003	1,193
Isobutano	2,39E-03	1000	700	0,000	0,125
n-Butano	2,81E-03	1000	700	0,000	0,146
Isopentano	7,89E-04	600	420	0,000	0,069
n-Pentano	6,09E-04	1000	700	0,000	0,032
Neohexano	1,72E-05	ND	ND	ND	ND

2-Metilpentano	5,94E-05	500	350	0,000	0,006
3-Metilpentano	2,03E-04	500	350	0,000	0,021
Metil ciclopentano	1,01E-04	ND	ND	ND	ND
Hexano	1,20E-04	500	350	0,000	0,013
Benceno	1,20E-04	0,50	0	0,034	12,463
3,3 Dimetilpentano	8,20E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	4,96E-05	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	5,05E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	1,60E-05	ND	ND	ND	ND
Heptano	2,60E-05	500	350	0,000	0,003
2,2 Dimetilhexano	2,15E-05	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	3,36E-06	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	7,48E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	2,38E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	8,64E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	8,64E-06	ND	ND	ND	ND
Octano	1,21E-05	300	210	0,000	0,002
Tolueno	5,69E-06	50	35	0,000	0,006
Etilbenceno	8,05E-06	100	70	0,000	0,004
p-Xileno	4,21E-06	100	70	0,000	0,002
o-Xileno	1,18E-06	100	70	0,000	0,001
Nonano	2,66E-04	200	140	0,000	0,069

Decano	1,53E-06	ND	ND	ND	ND
Undecano	3,21E-07	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Tabla 22. Resultados monitoreo laboratorio refinados 02:00.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	1,2E-02	50	35	0,034	12,4
Nitrogeno	2,29E-01	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	2,00E+00	1000	700	0,286	104,5
Etano	3,19E-02	1000	700	0,005	1,663
Propano	1,08E-02	480	336	0,003	1,168
Isobutano	2,35E-03	1000	700	0,000	0,123
n-Butano	2,80E-03	1000	700	0,000	0,146
Isopentano	7,84E-04	600	420	0,000	0,068
n-Pentano	6,09E-04	1000	700	0,000	0,032
Neohexano	1,74E-05	ND	ND	ND	ND

2-Metilpentano	6,01E-05	500	350	0,000	0,006
3-Metilpentano	2,07E-04	500	350	0,000	0,022
Metil ciclopentano	1,03E-04	ND	ND	ND	ND
Hexano	1,24E-04	500	350	0,000	0,013
Benceno	1,25E-04	0,50	0	0,036	12,984
3,3 Dimetilpentano	9,21E-06	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	5,27E-05	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	5,44E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	1,73E-05	ND	ND	ND	ND
Heptano	2,82E-05	500	350	0,000	0,003
2,2 Dimetilhexano	2,38E-05	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	4,56E-06	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	7,96E-05	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	4,53E-06	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	3,86E-06	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	9,85E-01	ND	ND	ND	ND
Octano	1,40E-05	300	210	0,000	0,002

Tolueno	7,55E-06	50	35	0,000	0,008
Etilbenceno	9,33E-06	100	70	0,000	0,005
p-Xileno	5,03E-06	100	70	0,000	0,003
o-Xileno	5,03E-06	100	70	0,000	0,003
Nonano	3,30E-04	200	140	0,000	0,086
Decano	1,98E-06	ND	ND	ND	ND
Undecano	2,74E-07	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del monitoreo en la oficina del laboratorio de ensayo, debido que no se identificaron contaminantes en esta área se mostrará únicamente el resultado del monitoreo total de esta área, esto se puede evidenciar en los anexos de la evidencia donde no se logran identificar contaminantes.

Tabla 23. Resultados monitoreo área de oficina del laboratorio de ensayo fisicoquímico.

Compuesto	*Concentración ppm mg/kg	TLV del compuesto	TLV** corregido	% Índice de riesgo por día	% Índice de riesgo por año
Dióxido de Carbono	0,0E+00	50	35	0,000	0,0
Nitrogeno	0,00E+00	N.A	N.A	N.A	N.A
Metano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,0
Etano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,000
Propano	0,00E+00	480	336	0,000	0,000
Isobutano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,000
n-Butano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,000
Isopentano	0,00E+00	600	420	0,000	0,000
n-Pentano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,000
Neohexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilpentano	0,00E+00	500	350	0,000	0,000
3-Metilpentano	0,00E+00	500	350	0,000	0,000
Metil ciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Hexano	0,00E+00	500	350	0,000	0,000
Benceno	0,00E+00	0,50	0	0,000	0,000
3,3 Dimetilpentano	0,00E+00	1000	700	0,000	0,000
Dimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Trimetil-Hexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
1, t-2-Dimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

Heptano	0,00E+00	500	350	0,000	0,000
2,2 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2.4 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2.5 Dimetilhexano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
1, t-2, c-4 Trimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
2-Metilheptano+4-Metilheptano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
1, c-2-Dimetilciclopentano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Octano	0,00E+00	300	210	0,000	0,000
Tolueno	0,00E+00	50	35	0,000	0,000
Etilbenceno	0,00E+00	100	70	0,000	0,000
p-Xileno	0,00E+00	100	70	0,000	0,000
o-Xileno	0,00E+00	100	70	0,000	0,000
Nonano	0,00E+00	200	140	0,000	0,000
Decano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Undecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND
Dodecano	0,00E+00	ND	ND	ND	ND

8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Al realizar el monitoreo en el laboratorio de ensayos fisicoquímico se detectaron otros componentes considerándose nocivos para la salud de los empleados de esta compañía, con lo que se comprobó lo que era un hipótesis de la presencia de distintas sustancias químicas en el ambiente, las cuales deben ser monitoreadas y tomar las acciones pertinentes en relación a seguridad y salud en el trabajo, es importante resaltar que en el monitoreo que se realizó en el área administrativa a pesar que se encuentra dentro de las misma instalaciones no se identificaron componentes químicos o contaminantes, sin embargo se deben seguir lo controles establecidos, para el laboratorio de refinado se encontró en concentraciones de miligramos por kilogramos (ppm).

Tabla 24. Contaminantes mayormente identificados durante el muestreo en el laboratorio de ensayos fisicoquímico, seccional de refinado.

Compuesto	Control existente
Metano	Ninguno
Etano	Ninguno
Propano	Ninguno

Compuestos con mayor concentración identificados en el laboratorio de ensayos fisicoquímicos, existente otras trazas las cuales se pueden análisis en otros estudios posteriores para determinar los controles en materia de seguridad y salud en el trabajo.

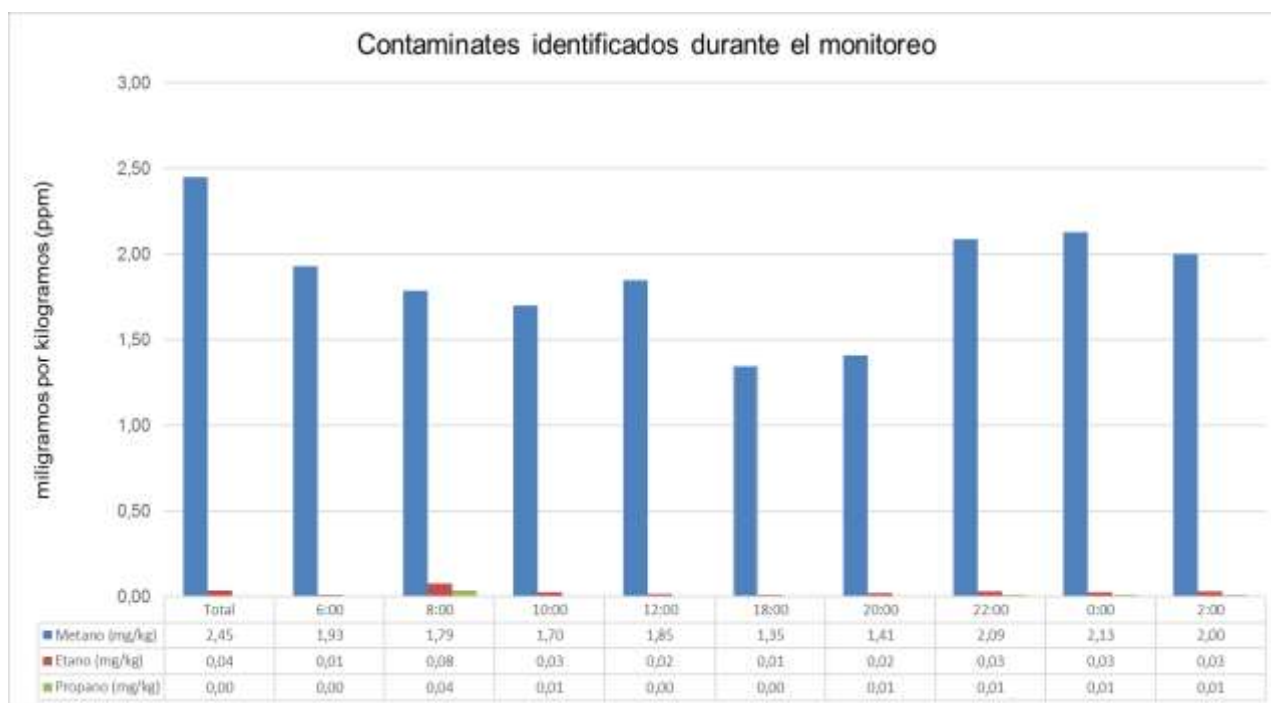
En la siguiente tabla se realiza resumen de los contaminantes con mayor concentración identificados durante este muestreo, a los cuales se le debe realizar controles administrativos en seguridad y salud en el trabajo, ya que los trabajadores al año están expuestos a estas concentraciones de componente químicos y no se han realizado estudios higiénicos para determinar el impacto que se puede estar generando en este instante o en el futuro de estos servidores de la compañía, adicional si es necesario buscar mecanismo para minimizar el posible impacto negativo que se puede estar generando en los colaboradores.

Tabla 25. Contaminantes identificados durante el muestreo en el laboratorio de ensayos fisicoquímico, seccional de refinado.

Contaminante	Total	6:00	8:00	10:00	12:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Metano (mg/kg)	2,45	1,93	1,79	1,70	1,85	1,35	1,41	2,09	2,13	2,00
Etano (mg/kg)	0,04	0,01	0,08	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
Propano (mg/kg)	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01

Esta tabla muestra resumen de los resultados obtenidos de los contaminantes identificados durante el monitoreo.

Grafica 1. Comportamiento de los contaminantes durante el muestreo realizado, el laboratorio de ensayos fisicoquímico.



Grafica del comportamiento en el tiempo del muestreo ejecutado, de acuerdo con lo proyectado en este trabajo de grado.

Como se pudo evidenciar en la gráfica 1, los niveles de contaminantes en el aire es alto cuando se da por iniciada la jornada laboral y va disminuyendo en el transcurso del día, por su parte se evidencia en el turno de la noche pasa algo similar a lo que sucede con el turno del día, a las 18:00 aumenta la concentración de contaminantes y se va disminuyendo a medida que se van realizando las actividades cotidianas del laboratorio de ensayos.

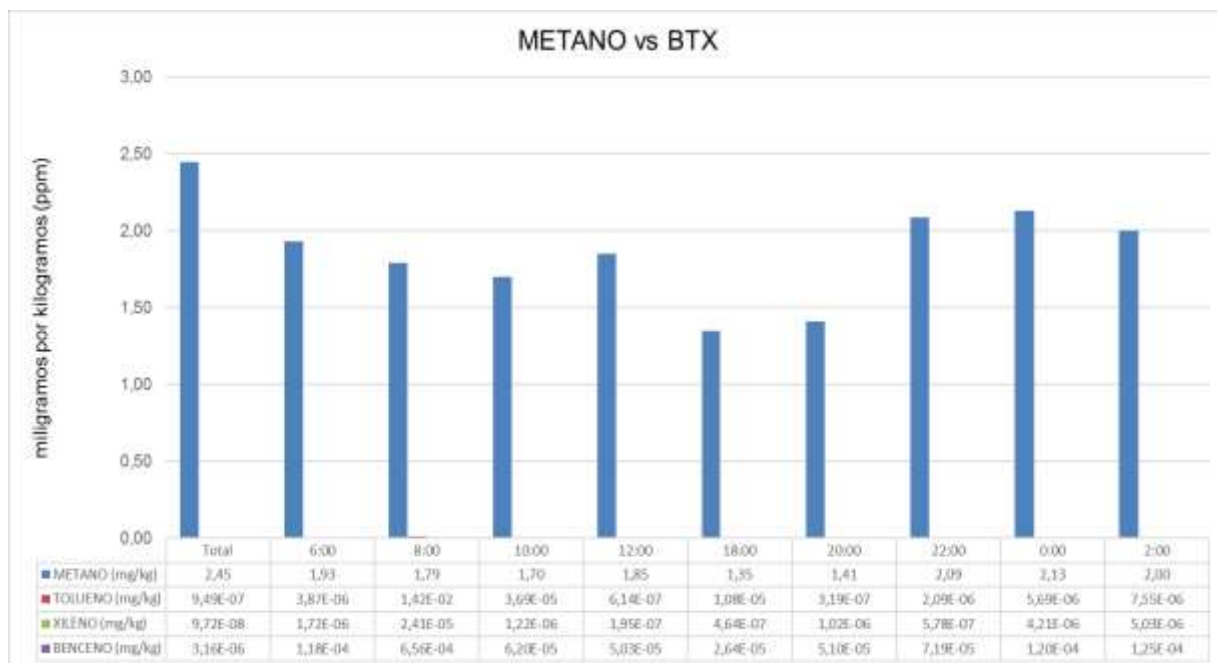
Es de suma importancia observarla siguiente grafica donde se puede visualizar el porcentaje del índice de riesgo para estos contaminantes especialmente el metano se encuentra en su mayoría sobre o cerca al 100%.

Grafica 2. Porcentaje de índice de riesgo, de acuerdo con los contaminantes identificados.



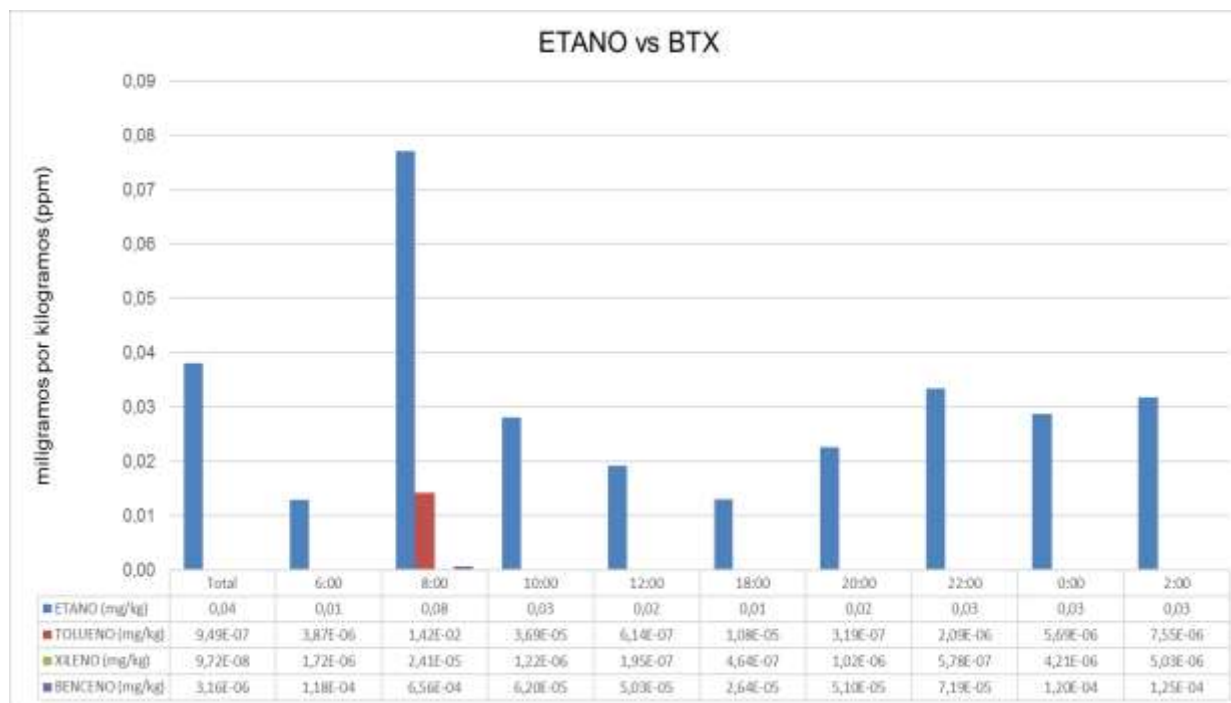
Debido que el porcentaje de índice de riesgo depende de la concentración, es evidente que se presenta el mismo comportamiento que se presenta con el aumento y decremento de la concentración de los contaminantes a medida que se va desarrollando la actividad en el laboratorio de ensayo fisicoquímico, especial en el área de refinados, con estos resultados se pueden buscar medidas necesarias para minimizar el riesgo de los colaboradores, sin embargo los datos poblacionales nos dan indicios de la presencia de unos posibles contaminantes aparte de los que se monitorean con los estudios higiénicos que se realizan en el laboratorio en materia de sustancias químicas, ya que en la actualidad se realiza el monitoreo de las sustancias BTX.

Grafica 3. Concentración de metano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.



Con el grafico 3 se puede visualizar que el metano con respecto a los contaminantes monitoreados por la compañía en los estudios higiénicos que realizan está en mayor concentración mayor de 99,99%, tanto que los BTX están en concentraciones frente al metano considerándose en pequeñas trazas.

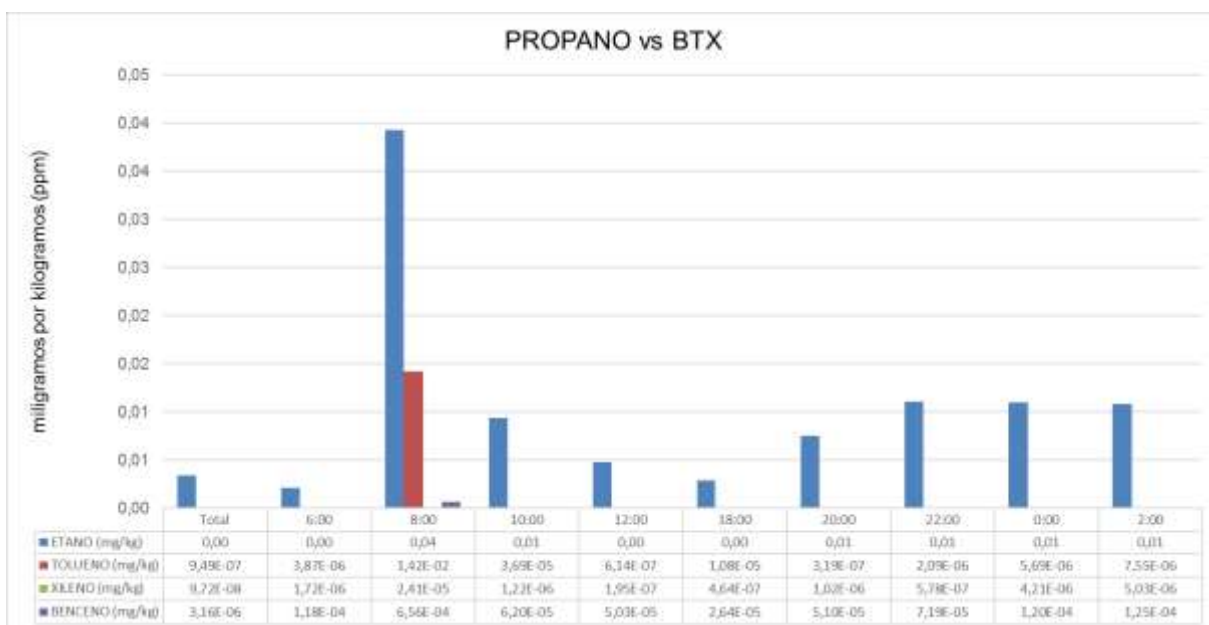
Grafica 4. Concentración de etano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.



Con el grafico 4 se puede visualizar y contextualizar que el etano que se encuentra en menor concentración que el metano aún sigue estando en mayor con respecto a los contaminantes monitoreados por la compañía en los estudios higiénicos que realizan, encontrándose que en una concentración mayor de 99,61%, tanto que los BTX están en concentraciones frente al etano aun considerándose pequeñas trazas.

Se logra demostrar que la hora del monitoreo donde hay una prevalencia o presencia de tolueno es a las 08:00, encontrándose un aumento con respecto al etano de un 8,16%, los demás como el xileno y el benceno no presentan este aumento, siguen en concentraciones bajas o trazas con respecto al etano.

Grafica 5. Concentración de propano vs concentración de BTX, identificados en el monitoreo.



Con el grafico 5 se logró visualizar y contextualizar que el propano que se encuentra en menor concentración que el etano, este prevalece la presencia con respecto a los los contaminantes monitoreados por la compañía en los estudios higiénicos que realizan, encontrándose que en una concentración mayor de 98,61%, tanto que los BTX están en concentraciones frente al propano bajas.

Se observaron que la hora del monitoreo donde hay una prevalencia o presencia de tolueno es a las 08:00, encontrándose un aumento con respecto al etano de un 63,9%, los demás como el xileno y el benceno no presentan este aumento, siguen en concentraciones bajas o trazas con respecto al etano.

9. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los altos niveles de metano en el ambiente pueden llegar a disminuir la concentración de oxígeno en el aire, con lo que posiblemente puede llegar a causar asfixia a los colaboradores de este laboratorio de ensayos fisicoquímicos, pues de acuerdo con la ficha técnica de estos productos los valores de límites máximos permisibles es de 700 mg/kg, sin embargo se recomienda que antes de ingresar a lugar donde se tenga presencia de metano se debe verificar que el aire tenga una saturación de oxígeno de por lo menos 19,5 % (Reina, 2017), se puede evidenciar en las instalaciones de la compañía que no se cuenta con sistema tales como sensores para medir el nivel de saturación de oxígeno en el aire, como medida de precaución para el personal para que encienda la campana de extracción de vapores o circulación de aire, adicional la hoja de seguridad de este producto indica que al estar expuestos a este compuesto puede llegar a causar dolor de cabeza, mareo, debilidad y náusea, vómitos, pérdida de la concentración, aumentando en la frecuencia respiratoria y pérdida del conocimiento esto de acuerdo con lo expuesto por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH) (Buitrago Estrada, 2012). Se encuentra que al estar expuestos a esta sustancia el personal que lo manipula puede sufrir mutaciones genéticas, siendo estas las posibles causas de malformaciones en los recién nacidos y/o la causa de algunos tipos de cáncer (Calderón, 2017).

Por su parte el etano al estar expuesto a concentraciones muy elevadas o altas puede ocasionar paros respiratorios o cardíacos, siendo que el límite permisible para estar en contacto con esta sustancia es de 700 mg/kg, adicional es de mucha importancia conocer que esta sustancia es causante de generar sensibilidad del corazón, y sensación de aumento a la adrenalina y noradrenalina de acuerdo con lo contemplado por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH), en este orden de ideas de acuerdo con los hallazgos detectados de esta investigación de la presencia de este contaminante en concentraciones de miligramos por kilogramos considerables al no tener los elementos de protección personal como lo son las máscaras

de vapores con filtros podemos tener estos posibles efecto en la salud de los colaboradores de esta compañía, estando susceptibles cuando no se toman las medidas pertinente frente a los riesgos ya expuestos (Henao, 2018).

Adicional el propano otro contaminante en concentraciones moderadamente alta identificado y cuantificado puede ser letal para los trabajadores expuestos, esto debido a los efectos que esta causa como sueño, siendo este último letal puesto que la somnolencia puede ser letal ya que la baja concentración de oxígeno los colaboradores pueden sufrir una asfixia al no lograr ser retirados del área donde tienen contacto, por lo que se reitera necesario la instalación de sensores electrónicos que detecten la concentración de oxígeno en el aire que se respira en las instalaciones de este laboratorio (Ringen, 2018).

Los controles existente de acuerdo con los estudios higiénicos realizados por esta compañía se hacen para cumplir con los lineamientos que son establecidos por el ministerio de salud, sin embargo este no es de mucha alimentación del sistema de gestión de seguridad y salud implementado por la compañía, puesto que los controles actuales están realizados con base a los resultados los BTX producto de los estudios higiénicos que realizan de manera periódica, estos deben mostrar que las concentraciones de tolueno, benceno y xileno son extremadamente bajas, sin embargo este estudio demuestra que existen otros contaminantes que son tan ofensivos para la salud de los trabajadores como los antes mencionados para los cuales conforme con la matriz de riesgo que se tiene no se han evaluado y no se han considerado, todos los efectos que pueden causar para los trabajadores de la compañía entre otras cosas los visitantes que pueden estar en estas áreas de trabajo.

Por lo que se debe realizar una revisión general de la matriz de riesgo de acuerdo con los resultados obtenidos de este monitoreo, evaluando e identificando los riesgo que están asociado con la prestación de los servicios de los trabajadores, realizando

monitoreos periódicos y de ser necesario instalando en las entradas de las instalaciones sensores con sistema de alarma para alertar al personal en el evento que los niveles de oxígeno en el aire sea bajo de acuerdo con los niveles permisibles, revisando en su extensión para controlar y mantener este riesgo controlado con los controles implementados, es evidente que la compañía tiene adicional su procedimientos establecidos y los programas de vigilancia epidemiológica donde encontramos el de riesgo químico, sin embargo este no hace alcance a los diversos contaminantes a los que están expuestos los trabajadores, adicional los esquemas de exámenes médicos ocupacionales con los resultados obtenido se consideran deben ser revisados por el profesional de seguridad y salud en el trabajo, y de considerar pertinente realizar cambio en los esquemas, por lo que es importante emitir estos resultados al médico con licencia en seguridad y salud en el trabajo para que sea él quien evalúe las necesidad de cambio de esquema y fortalecer la vigilancia para estos riesgos identificados.

Se logra identificar y cuantificar contaminantes en muestras tomada durante el monitoreo del laboratorio de ensayos fisicoquímicos, los contaminantes con mayor concentración a la que posiblemente están expuestos los colaboradores son metano, etano y propano.

La mayor concentración de metano cuantificada fue de 2,45 mg/kg lo que indica un valor promedio de posible %índice de riesgo de 127,70% por cada año de trabajo al estar expuesto al contaminante identificado.

La concentración más elevada de etano identificado y cuantificado fue de 0.08 mg/kg equivaliendo a su vez en un posible %índice de riesgo de 4,02% por cada año de trabajo esto cuando se está expuesto a los contaminantes antes identificados.

La concentración de propano identificada fue de 0,01 mg/kg de este contaminante el aire que equivale a un posible %índice de riesgo 1,20% por cada año de trabajo esto cuando se está expuesto a los contaminantes antes identificados.

Los contaminantes químicos identificados tal como el metano están en prevalencia en un 99,99% con respecto a los BTX monitoreados con los estudios higiénicos que hace la compañía, el etano en 99,61% y el propano 98,84%, esto indica que la compañía está en la obligación de buscar mecanismo para monitorear estos contaminantes frente al a los estudios higiénicos que hacen en la actualidad.

Es evidente que los contaminantes aumentan la concentración a medida que se realizan las actividades económicas de la compañía como se puede ver en la gráfica 1, a medida que se realizó el monitoreo cuando se inicia el turno de los colaboradores los niveles de contaminantes son elevados y a medida que se evacuan los análisis fisicoquímicos disminuyen.

Los valores de los contaminantes identificados se encuentran por debajo de los límites de detección permisibles de acuerdo con la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH).

10. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreo de acuerdo con el marco metodológico descrito, en esta ocasión extendiendo el tiempo del monitoreo.

Se recomienda continuar con el uso de los elementos de protección personal respiratoria para vapores orgánicos con sus respectivos cartuchos homologados por organismos internacionales como OSHA y NIOSH al momento de realizar las respectivas actividades en las áreas de trabajo asignados, las concentraciones de los químicos evaluados reportaron índices de riesgo altos, las concentraciones de los químicos se encuentran en el ambiente del sitio de trabajo, estos agentes químicos presentan notaciones que indican Irritación en el tracto respiratorio superior, ojos y función pulmonar y A1 como agente cancerígeno, por tanto este análisis nos indica que se debe continuar con las acciones de tipo preventivo para evitar la presencia de efectos no deseados en el personal directamente expuesto.

Fomentar charlas de seguridad del agente de riesgo, Informándole a los funcionarios sobre los riesgos que aparente a su salud por la exposición a sustancias químicas, con ello se lograra su colaboración en la aplicación de políticas y normas de prevención, así como el uso de protección respiratoria en las personas y en general el auto cuidado de su salud.

Realizar difusión a todo el personal de la compañía, sobre los resultados de esta investigación, logrando con esto concientización y precaución para evitar que los colaboradores si tiene exceso de confianza opten por reportar condiciones de trabajo inseguros y cuando noten afectación directa se tomen las acciones pertinentes en tema de seguridad y salud el trabajo.

11. REFERENCIAS

Almario, M. H. (2014). Propuesta de actualización del instructivo elaboración del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo de una empresa pública de formación para el trabajo, con relación a la normativa vigente del SG - SST. Universidad Nacional de Colombia.

Buitrago Estrada, J. C. (2012). Diseño de una metodología para la implementación del sistema de gestión de seguridad de la información SGSI en el sector de laboratorios de análisis microbiológicos, basado en ISO 27001. Universidad EAN.

Calderón, O. C. (2017). Diseño del Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo de DAM CONSTRUCCIONES según el estándar OHSAS 18001:2007 y el. Universidad de Manizales, Manizales.

Cardona, J. A. (2017). Planificación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo según los requisitos de la norma OSHAS 18001:2007 y el Decreto 1072 de 2015 en el CDI Hogar Infantil Toscana. Universidad Católica de Manizales.

Castro, L. M. (2018). DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE LA EMPRESA FORTEZZA CONSTRUCCIONES S.A.S. Universidad Libre.

CHIAVENATO, I. (2013). Administración de recursos humanos. McGraw-Hill.

Colin, B. (2001). Química ambiental. Reverte S.A.

Demoledora, C. E. (2019). PROGRAMA DE GESTIÓN EN. Obtenido de <http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/35410/5/60014580>.

Henao, R. F. (2018). Codificación en salud ocupacional. ECOE EDICIONES LTDA.

Ibarra, L. V. (2017). Implementación del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo en la empresa Luvicor Ingeniería S.A.S. de acuerdo con el decreto 1072 del 26 de mayo de 2015. Fundación Universidad de América.

Lasat, M. (2006). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de adultos que laboran en diferentes niveles. Revista de la calidad del medio ambiente, 25(2). doi:<https://www.redalyc.org/pdf/120/12025211.pdf>.

Marin Blandon, M. A. (2004). Fundamentos en salud ocupacional. Caldas.

Pinilla, M. S. (2016). Los SG - SST en Colombia. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de relaciones internacionales, estrategia y seguridad. Bogotá,. Universidad Militar Nueva Granada.

Plaza, B. A. (2015). Condiciones del entorno físico del trabajo y su relación con el estrés de empleados públicos del sector educativo en algunas instituciones colombianas. Universidad de Manizales.

Prieto, M. E. (2015). Evaluación de riesgos en el sector de la construcción un estudio integral en una empresa. Universidad de Madrid.

Reina, K. Q. (2017). Diseño del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo de la escuela iberoamericana de gobierno ciudad de Cali, Valle del Cauca. Universidad Católica de Manizales.

Ringen, K. S. (2018). PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD PARA OBRAS DE CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES. Universidad Francisco de Paula Santander.

Ruiz, C. G. (2015). Salud laboral. Masson.

Wauquier, J. (2004). El refino del petróleo. Ediciones Díaz de Santos.