

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EVALUACIÓN A LA EXPOSICIÓN LABORAL A MONÓXIDO DE
CARBONO EN EL CENTRO DE REVISIÓN Y CONTROL VEHICULAR LA
FLORIDA ALTA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y
PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.”**

Realizado por:

ELISA GABRIELA CHECA YÁNEZ.

Director del proyecto:

MSc. FRANCISCO SALGADO TORRES

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, Julio de 2015

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ELISA GABRIELA CHECA YANEZ, con cédula de identidad # 171488076-0, 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.

Elisa Gabriela Checa Yánez

C.C.: 171488076-0

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“EVALUACIÓN A LA EXPOSICIÓN LABORAL A MONÓXIDO DE CARBONO EN EL CENTRO DE REVISIÓN Y CONTROL VEHICULAR LA FLORIDA ALTA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL”

Realizado por:

ELISA GABRIELA CHECA YÁNEZ.

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

MSc. FRANCISCO SALGADO TORRES.

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Ing. Francisco Salgado Torres, MSc.

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Mg. DAVID ALEJANDRO TRUJILLO OTÁNEZ.

Mg. PABLO RAMIRO DAVILA RODRIGUEZ.

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

Mg. David Trujillo O.

Mg. Pablo Dávila R.

Quito, Julio de 2015

DEDICATORIA

A mis padres quienes son y serán el pilar fundamental de mi vida. A ellos les debo lo que soy. No me alcanzara toda mi vida para agradecerles.

A mi abuelo Alfonso quien me enseñó que con grandes sacrificios se consiguen grandes triunfos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser quien guía mi camino día a día, sin él no sería nadie.

Especial gratitud y admiración a mi tutor Ing. Francisco Salgado Torres, cuya orientación, guía y apoyo resultaron esenciales. Supo dedicarme parte de su valioso tiempo y su inmenso caudal de conocimientos científicos cada vez que acudía a él marcando las pautas de mi vida como persona y profesional.

A la Universidad Internacional SEK, por su incondicional asistencia y orientación para culminar con éxito mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1.1 Planteamiento Del Problema	1
1.1.1.1 Diagnóstico Del Problema.....	2
1.1.1.2 Pronóstico	3
1.1.1.3 Control Del Pronóstico	4
1.1.2 Objetivo General.....	4
1.1.3 Objetivos Específicos	4
1.1.4 Justificación.....	5
1.2 MARCO TEÓRICO	
1.2.1 Estado Actual Del Conocimiento Sobre El Tema	6
1.2.1.1 Contaminantes Químicos.....	6
1.2.1.2 Exposición A Contaminantes Químicos.....	7
1.2.1.3 Tipos De Contaminantes Del Aire.....	8
1.2.1.4 Vías De Entrada De Los Contaminantes Químicos Al Organismo Humano. .	15
1.2.1.5 Efectos Producidos Sobre El Organismo.....	16
1.2.1.6 Efectos De Los Contaminantes Químicos	18
1.2.1.7 Marco Legal De Los Contaminantes Químicos	18
1.2.1.8 Proceso De Inspección Técnica Vehicular	19
1.2.1.9 Tipos De Centros De Revisión Vehicular (CRV)	19
1.2.1.10 Tipos De Líneas De Revisión Vehicular.	20

1.2.1.11	Equipos Utilizados En Las Líneas De Revisión Vehicular	21
1.2.1.12	Contaminantes Químicos En El Proceso De Revisión Vehicular	22
1.2.1.13	Riesgo Higiénico Por Contaminantes Químicos	24
1.2.1.14	Método De Monitoreo Para Gases Contaminantes.....	26
1.2.1.15	Prevención Y Control De La Exposición A Riesgo Químico	33

CAPITULO II MÉTODO

2.1	Identificación De Los Puestos De Trabajo Expuestos Al Factor De Riesgo Monóxido De Carbono.	2
2.2	Medición De Monóxido De Carbono En Los Diferentes Puestos De Trabajo. 2	
2.2.1	Equipo De Medición.....	39
2.3	Evaluación De Los Puestos De Trabajo Expuestos A Monóxido De Carbono.40	
2.3.1	Determinación De Los Niveles De Monóxido De Carbono Por Medio De Dosímetros En El Personal Expuesto.	40
2.3.2	Determinación De Los Niveles De Carboxihemoglobina En La Sangre Del Personal Expuesto	43
2.4	Propuestas De Medidas De Prevención Y Control.....	43
2.5	Validez Y Confiabilidad De Los Instrumentos	44
2.6	Operacionalización De Variables	44

CAPITULO III RESULTADOS

3.1	Levantamiento De Datos	39
3.1.1	Organigrama De La Empresa	39
3.1.2	Identificación De Los Puestos De Trabajo Expuestos Al Factor De Riesgo Monóxido De Carbono.....	46
3.1.3	Descripción De Los Puestos De Trabajo Operativos	46
3.2	Medición De Monóxido De Carbono En Los Diferentes Puetos De Trabajo. .	55

3.3	Resultados De Las Evaluaciones	57
3.3.1	Compendio De Resultados	57
3.4	Propuesta De Medidas De Prevencion Y Control	63
3.4.1	Acondicionamiento Del Hangar De Revisión	63
3.4.2	Reducción Del Tiempo De Exposición	63
3.4.3	Plan De Capacitación.....	64
3.3.4	Equipo De Protección Personal	65
CAPITULO IV DISCUSION		
4.1	Conclusiones.....	46
4.2	Recomendaciones.....	64
	Bibliografía.....	65

ANEXOS

Anexo A: Certificado de Calibración Monitor de Gas	67
Anexo B: Matriz de riesgo laborales por puesto de trabajo	68
Anexo C: Hoja técnica mascarar para gases y vapores	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Monitor de Gases	39
Figura 2. Ubicación monitor de gas.....	40
Figura 3. Organigrama del Centro de Revisión Vehicular	39
Figura 4. Descripción del proceso sección 1	47
Figura 5. Descripción del proceso sección 2	49
Figura 6. Descripción del proceso sección 3 fosa.	50
Figura 7. Descripción del proceso Conductor de línea.....	51
Figura 8. Descripción del proceso puesto administrativo.....	52
Figura 9. Toma de muestras para realizar Carboxihemoglobina en sangre.....	54
Figura 10. Resumen de la medición de CO en los puestos de trabajo.....	60
Figura 11. Resumen Carboxihemoglobina en sangre	61
Figura 12. Comparación BEI con Carboxihemoglobina	62
Figura 13. Respirador de media cara serie 3m 6000	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características de los contaminantes gaseosos en el aire	9
Tabla 2.	Características del monitor de gases.....	39
Tabla 3.	Operacionalización de las variables	44
Tabla 4.	Proceso puesto de trabajo sección 1.	46
Tabla 5.	Proceso puesto de trabajo sección 2.	48
Tabla 6.	Proceso puesto de trabajo sección 3 fosa.	49
Tabla 7.	Descripción del proceso conductor de línea.....	50
Tabla 8.	Proceso del puesto de trabajo administrativo	52
Tabla 9.	Valores toma de muestra de Carboxihemoglobina en sangre.	53
Tabla 10.	Medición de CO en el inspector de línea sección 1.....	55
Tabla 11.	Medición de CO en el inspector de línea sección 2.....	55
Tabla 12.	Medición de CO en el inspector de línea sección 3 fosa.....	56
Tabla 13.	Medición de CO en el conductor de línea	56
Tabla 14.	Medición de CO en oficina administrativa.....	57
Tabla 15.	Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 1	58
Tabla 16.	Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 2	58
Tabla 17.	Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 3 fosa	58
Tabla 18.	Resultado medición de CO en el conductor de línea.....	59
Tabla 19.	Resultado medición de CO en oficina administrativa	59
Tabla 20.	Comparación del TWA CO con el nivel de acción	60
Tabla 21.	Resultado de Carboxihemoglobina en sangre	61
Tabla 22.	Comparación BEI con Carboxihemoglobina.....	62
Tabla 23.	Cronograma de capacitación	64

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la exposición laboral a monóxido de carbono en el centro de revisión y control vehicular la Florida Alta del Distrito Metropolitano de Quito para proponer medidas de prevención y control. Para lo cual se identificó los diferentes puestos de trabajo, se comprobó los pasos a seguir en cada uno de los procesos y se analizó al personal que se encuentra directamente expuesto a dicho contaminante. Se procedió a medir las concentraciones de monóxido de carbono en el hangar de revisión vehicular donde se utilizó un método de monitoreo directo. La mayor concentración de monóxido de carbono se registró en el puesto de trabajo del inspector de línea sección 3 fosa que es de 12,65 ppm valor que al compararlo con el TLV – TWA es inferior al propio del CO que es de 25 ppm, con lo que se puede concluir que no existe sobre exposición. Además se analizaron los niveles de carboxihemoglobina del personal expuesto, para determinar si existe sobre exposición al monóxido de carbono en el cual se determinó que los inspectores de línea de la sección 3 fosa presentan concentraciones de carboxihemoglobina mayores a los niveles de BEI. Los resultados obtenidos reflejan que existen riesgos asociados al proceso de revisión que se pueden controlar mediante la aplicación de medidas preventivas y correctivas.

ABSTRACT

The main reason of this study was to evaluate the occupational risk of exposure to carbon monoxide in the Review and Vehicle Control Center that is located in Florida Alta of the Metropolitan District of Quito, and, in turn to propose measures for prevention and control. Therefore there were identified and analyzed the different activities of the staff working in the center. The procedure performed for each process was verified, and, the evaluation was also made to employees who are directly exposed to this pollutant. The carbon monoxide concentrations were measured in vehicle overhaul hangar, where a direct monitoring method was used. The highest concentration of carbon monoxide was recorded in the workplace inspector Section 3 pit line is 12.65 ppm, this result was compared with TLV - TWA, this value was less than the CO which is 25 ppm, so that, it can be concluded that there is overexposure. In addition carboxyhemoglobin levels of exposed personnel were analyzed to determine whether overexposure to carbon monoxide, which it was determined that line inspectors pit section 3, have higher concentrations of carboxyhemoglobin levels EIB. The results show that there are risks associated with the review process that can be controlled by the application of preventive and corrective measures.

CAPITULO I

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento del problema

Se conoce que el monóxido de carbono en el ambiente origina riesgo para la salud pudiendo llegar a producir daños irreversibles. La calidad del aire en ambientes interiores se ha convertido en un tema amplio e importante de la Seguridad y Salud Ocupacional, la poca planificación que ha existido en el diseño de las edificaciones y en la construcción de sistemas de ventilación o renovación de aire en áreas destinadas a la elaboración de productos o servicios ha provocado que existan entradas reducidas de aire de exteriores aumentando el potencial de contaminación del aire generado internamente.

Las personas que trabajan en ambientes internos dependiendo del agente químico contaminante a menudo experimentan diferentes síntomas y/o enfermedades como dolores de cabeza, respiración irregular, debilidad, alteraciones visuales, cáncer, incluso hasta la muerte, sin embargo rara vez es posible probar que estos están relacionados con un contaminante en particular del aire en interiores. Girard (mayo.2012)

Generalmente la aparición de signos y síntomas se presentan después de varias horas de trabajo, se puede prevenir mediante intervenciones adecuadas que controlen estos riesgos. Al controlar o disminuir la emanación de monóxido de carbono en un

proceso de trabajo, se logrará desarrollar un ambiente de trabajo saludable para el personal y se evitará la contaminación del Medio Ambiente.

Este estudio muestra su especial desarrollo a la exposición de monóxido de carbono del personal del Centros de Revisión y Control Vehicular La Florida Alta del Distrito Metropolitano de Quito, específicamente en el área donde se realiza la inspección técnica de los vehículos, bajo el criterio de proponer medidas de prevención y control para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los colaboradores, cumpliendo con las Normas Técnicas y Leyes vigentes establecidas por el país e internacionales ya que se constituyen en cumplimientos y aplicación obligatoria; siendo una responsabilidad mutua por parte de los empleadores y la población trabajadora.

1.1.1.1. Diagnóstico del problema

El Centro de Revisión y Control Vehicular Florida Alta, se encuentra situado en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia de Cochapamba en el Barrio La Pulida. El mismo que presta sus servicios a la comunidad del norte de Quito, con una capacidad técnica de revisión de aproximadamente 450 vehículos diarios.

Entre sus actividades principales involucran procesos de trabajo con exposición de agentes químicos específicamente las emisiones de los vehículos producto de la combustión de los motores a diésel y gasolina.

Estas emisiones de los vehículos están clasificadas como agentes químicos de un tipo o sustancias que durante un distinto proceso pueden incorporarse al ambiente e ingresar en el organismo humano con efectos nocivos y con la capacidad de provocar lesiones a la salud de los colaboradores que entran en contacto con este ambiente.

La exposición a un agente químico es la causa de daño a la salud, ya que es el contacto y la interacción de un producto químico o sustancia con el organismo humano, sin importar la manera o formas en que dicho contacto se genere.

El personal que trabaja en la empresa de una u otra manera se encuentra expuesto a diario a agentes químicos ya sea en el medio laboral como en su vida personal, pudiendo generarles enfermedades a corto o largo plazo.

Los automóviles son máquinas de combustión interna, lo que los convierte en una fuente generadora de monóxido de carbono, la misma que está en contacto con los colaboradores durante toda su jornada de trabajo.

La actividad de chequeo de los automotores en general se realiza en su mayor parte en el hangar de revisión específicamente diseñado para este propósito, pero este no cuenta con la ventilación adecuada en su interior lo que genera mayor concentración de monóxido de carbono provocando malestar al personal que se encuentra en dicho espacio.

El Departamento Médico de la empresa mantiene registros en las fichas médicas de todos los colaboradores de la empresa en las que en uno u otro momento presentan sintomatología neuronal por lo que para este estudio se analiza los valores de Carboxihemoglobina en sangre del personal identificando así los puestos de trabajo más afectados por el monóxido de carbono.

1.1.1.2 Pronóstico

Con las reformas realizadas a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, se incluye la obligación que los diferentes Municipios del país implementen la creación de nuevos Centros de Revisión y Control Vehicular de acuerdo

al parque automotor existente en las diferentes ciudades, por tal motivo la necesidad de este estudio para desarrollar los controles necesarios en estos nuevos centros pensando en la integridad y salud de todos los trabajadores.

1.1.1.3 Control del Pronóstico

Tanto en el Centro de Revisión y Control Vehicular La Florida Alta que actualmente funcionan en el Distrito Metropolitano de Quito como en los nuevos centros que se desean construir en otras ciudades es de vital importancia conocer el nivel de contaminación ambiental en el hangar de revisión, obteniendo así toda la información necesaria para mejorar las condiciones de salud de todos los trabajadores que conforman los centros, información que permitirá considerar todas las acciones a implantarse para evitar que el personal quede expuesto a niveles de monóxido de carbono superiores a los permitidos en la normativa.

1.1.2 Objetivo General

Evaluar la exposición laboral a monóxido de carbono en el Centro de Revisión y Control Vehicular La Florida Alta, y proponer medidas de prevención y control para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud.

1.1.3. Objetivos Específicos

- Identificar los puestos de trabajo donde existe exposición laboral a monóxido de carbono.
- Evaluar la exposición laboral a monóxido de carbono.
- Proponer medidas de prevención y control laboral al personal expuesto.

1.1.4. Justificación

Después de conocer el diseño y la construcción del Centro de Revisión y Control Vehicular surge la necesidad de implementar un sistema que ayude a disminuir la concentración monóxido de carbono en el hangar de revisión, evitando de esta forma posibles enfermedades.

El incremento día a día del parque automotor en nuestro país hace que aumente la afluencia de vehículos al Centro de Revisión y Control Vehicular, generando de esta manera que la exposición a monóxido de carbono para quienes trabajan aquí sea mayor.

El proyecto presentado no genera impactos negativos contra el medio ambiente ni la población en general, ya que los equipos a utilizarse para las mediciones correspondientes a realizar en el hangar de revisión cumplen con especificaciones técnicas propias del laboratorio.

La actividad de Revisión y Control Vehicular al pertenecer al medio automotriz es catalogada como actividad de alto riesgo por parte del Ministerio Relaciones Laborales.

El presente trabajo servirá como punto de apoyo para la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, aportando así a la Gestión Técnica del Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo “SART”, obteniendo valores reales para poder desarrollar un Programa de Vigilancia Ambiental y para la Salud.

Al desarrollar este tema permitirá comprender a los trabajadores sobre los signos y síntomas de algunas enfermedades causadas por el monóxido de carbono en su lugar de trabajo y como prevenirlo.

El estudio del monóxido de carbono se limitará únicamente al Centro de Revisión Vehicular La Florida Alta del Distrito Metropolitano de Quito, sin que estos resultados sean utilizados en establecimientos similares ya que las características de servicio y procesos ahí ejecutados son completamente distintos al objeto de estudio.

La jornada de trabajo del personal del Centros de Revisión y Control Vehicular La Florida Alta tiene una duración aproximadamente de 40 horas a la semana, lo que implica conocer la situación higiénica del lugar de trabajo y del personal con respecto a la exposición de monóxido de carbono.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Estado Actual del Conocimiento sobre el Tema

1.2.1.1. Contaminantes químicos

Un contaminante químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas (MAPFRE, 1991, p. 17).

Estos efectos serán más o menos severos en función de la dosis recibida y del tiempo de exposición al contaminante (Cabaleiro, 2007, p. 30).

1.2.1.2. Exposición a contaminantes químicos

Por exposición a un agente químico se entiende el contacto y la interacción de una sustancia o producto químico con el organismo humano, cualquiera que sea la forma o circunstancia en que dicho contacto se produzca. Si la exposición es consecuencia de la actividad laboral se habla de exposición laboral y, por extensión, de los riesgos para la salud que pueden derivarse de la misma (INSHT, 2006, p. 25).

Estas condiciones hacen necesario que se obre con la mayor precaución frente a las sustancias químicas que se manejen y se establezca su similitud con aquellas que han sido estudiadas y tienen límites establecidos.

Por todo esto, el riesgo químico es un factor de gran importancia dentro de la higiene industrial, porque puede afectar la salud de los trabajadores a nivel local o sistémico dependiendo de las características de la industria química como su agresividad, concentración, tiempo de exposición y las características individuales del trabajador (Mancera, 2012, p. 263).

La composición del aire puede cambiar accidentalmente o deliberadamente en las alcantarillas, plantas de tratamiento de aguas residuales, túneles, minas y espacios confinados en donde el oxígeno contenido en el aire puede llegar a ser tan bajo que las personas no pueden seguir siendo conscientes o sobrevivir.

Las concentraciones de personas en espacios confinados requieren que el dióxido de carbono producido por las funciones respiratorias normales sea eliminado y sustituido con oxígeno (Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 12.1).

1.2.1.3. Tipos de contaminantes del aire

Los diversos contaminantes químicos pueden clasificarse de varias formas, solamente estudiaremos dos:

- Por la forma de presentarse.
- Por sus efectos en el organismo humano.

Por su forma de presentación ambiental:

Gases: Estado físico normal de una sustancia de 25°C y 60 mm de Hg de presión. Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y que pueden cambiar de esto físico únicamente por una combinación de presión o temperatura. Las partículas son de tamaño molecular y, por lo tanto, pueden moverse bien por transferencia de masa o por difusión o bien por la influencia de la fuerza gravitacional entre las moléculas (MAPFRE, 1991, p. 19).

Los efectos nocivos de los contaminantes gaseoso en una persona dependen de dos factores de la concentración máxima a corto plazo y la integrada con el tiempo, las exposiciones recibidas por la persona. OSHA ha definido tres periodos para promediar la concentración y ha asignado los niveles permitidos que puedan existir en estas categorías en los lugares de trabajo de más de 490 compuestos, en su mayoría contaminantes gaseosos. Las abreviaturas par las concentraciones de los tres períodos de promedio son:

- AMP (STEL) = Pico máximo aceptable para una corta exposición
- ACC (IDLH) = Concentración máxima aceptable, no debe sobrepasarse en un turno de 8 horas, a excepción de los períodos en que se

aplique AMP.

- TWA8 (TLV) = Media ponderada en el tiempo, que no podrá superarse en 8 horas/día en una semana.

En la tabla 1 se indica algunos contaminantes gaseosos que con más frecuencia se encuentran en ambientes industriales.

Tabla 1. Características de los contaminantes gaseosos en el aire

CONTAMINANTE	CONCENTRACIONES PERMITIDAS, mg/m ³			
	IDLH ^a	AMP ^a	ACC ^a	TWA8 ^a
Dióxido de Carbono	90.000	-	54.000	9.000
Monóxido de Carbono	1.650	-	220	55
Sulfuro de Hidrogeno	420	70	28	30

Fuente: Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 9.8.

La OSHA establece como valor límite para el monóxido de carbono 25 partes por millón (ppm) para un período de tiempo de exposición de 8 horas. La ACGIH establece como valor límite para el monóxido de carbono 25 ppm para un período de tiempo de exposición de 8 horas (OSHA, 2015, tabla z-1).

Los efectos sobre la salud de los gases dependerá exclusivamente del tipo de gas que se encuentra en el ambiente, para los gases inorgánicos tenemos los siguientes:

El monóxido de carbono es un gas asfixiante químico. La inhalación de CO provoca dolor de cabeza palpitante provocado porque el CO tiene una preferencia competitiva para la hemoglobina (unos 240 veces mayor que la del oxígeno) y también

un desplazamiento de la curva de disociación de oxígeno. El monóxido de carbono inhibe el transporte de oxígeno en la sangre a través de la formación de carboxihemoglobina y la inhibición de la citocromo oxidasa a nivel celular (Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 9.10).

Sólidos: materias sólidas suspendidas en el aire producidas en procesos mecánicos; se denomina polvo. Cuando el diámetro aerodinámico medio de las partículas es inferior a un tercio de su longitud, se les denomina fibras. Cuando la suspensión se ha producido por procesos térmicos; se denominan humos.

Líquidos: suspensión en el aire de materias líquidas que se generan por condensación o dispersión; se denominan nieblas (Gómez, 2010, p. 1239)

Partículas: las partículas pueden ser sólidas o líquidas y se las puede clasificar en las siguientes subclases:

- Polvos, vapores y humos que en su mayoría son partículas sólidas, aunque el humo a menudo contiene partículas líquidas.
- Nieblas, la neblina y el smog que en su mayoría son partículas de líquido suspendidos de tamaño más pequeño que las de polvos y humos.
- Aerosoles, incluyendo virus, bacterias, esporas de hongos y polen, cuyo impacto principal se relaciona con su origen biológico.

Estas definiciones de tamaño de partícula, si es visible o invisible, y macroscópico, microscópico o sub-microscópico se relaciona directamente con la interacción humana del sistema respiratorio tales como inhalable y respirable (Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 12.1).

El material particulado incluye partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Los polvos varían en tamaño de 0,1 a 25 micras, partículas de smog están alrededor de 0,25 micras y los humos generalmente menos de 0,1 micras. Los bioaerosoles y las partículas producidas a partir de las abrasiones son generalmente menores a 1 micra.

La cantidad de materia particulada en el aire es reportada con frecuencia como la masa o el número de partículas en un volumen dado de aire. Sus unidades pueden ser en miligramos de masa particulada por metro cúbico de aire muestreado o microgramos por metro cúbico de aire muestreado (mg/m^3). Estas unidades son generalmente utilizadas en entornos industriales y se utilizan para expresar los límites de exposición laboral.

Las partículas que se encuentran en el ambiente de trabajo se generan como resultado de las actividades relacionadas con el trabajo, procesos de fabricación, producción, etc (Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 9.4).

Los efectos en la salud por la exposición a material particulado en el aire dependen de varios factores que incluyen el tamaño de las partículas, la durabilidad, la dosis, y la toxicidad de los materiales en la partícula.

Una partícula deberá ser primero inhalable, respirable para ser potencialmente peligrosa. La durabilidad o tiempo de vida de la partícula en el sistema biológico antes que se disuelva puede determinar la toxicidad relativa; y por último la dosis o la cantidad de exposición del trabajador deberán ser consideradas.

En algunos casos, muy pequeñas exposiciones pueden causar efectos adversos para la salud (exposiciones peligrosas) y en otros aparentemente grandes riesgos pueden no causar efectos adversos a la salud.

Las partículas menores de 2 micras son las que deben dar mayor atención, ya que este es el rango de tamaño con más probabilidades de ser retenido en los pulmones. Las partículas más grandes de 8 a 10 micras de diámetro son retenidos principalmente en el tracto respiratorio superior.

Los polvos son gruesas partículas sólidas generadas por la manipulación, trituración o molienda. Su rango de tamaño es típicamente de 1 a 100 micras.

Cualquier proceso industrial que produce polvo fino suficiente para permanecer en el aire el tiempo suficiente para ser inhalado o ingerido (tamaño alrededor de 10 micras) debe ser considerado como peligroso.

Una enfermedad asociada con la inhalación de partículas en entornos industriales es la neumoconiosis, un endurecimiento fibroso de los pulmones causado por la irritación creada a partir de la inhalación de polvos y material particulado (Ashrae Fundamentals Handbook, 2001, p. 9.4).

Por sus efectos en el organismo humano.

Irritantes: Son aquellos compuestos químicos que producen una inflamación, debida a una acción química o física en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio. Por ser, todas ellas sustancias muy reactivas, el factor que indica la gravedad del efecto es la concentración de la sustancia en el aire y no el tiempo de exposición.

Irritantes del tracto respiratorio superior, y tejido pulmonar. Son sustancias de solubilidad moderada en fluidos acuosos, debido a lo cual actúan sobre todo el sistema respiratorio (halógenos, ozono, anhídridos de halógenos).

Irritantes del tejido pulmonar. Esta constituido este grupo, por sustancias insolubles en fluidos acuosos (hidróxido de nitrógeno, fosgeno) (MAPFRE, 1991, p. 20).

Corrosivos: Son los contaminantes que en contacto con el tejido del organismo especialmente piel y mucosas producen un ataque químico. Ejemplo: Ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, etc. (Creus, 2013, p. 565).

Neumoconióticos: Alteración pulmonar por partículas sólidas, de sustancias insolubles en los fluidos biológicos, que se depositan y acumulan en el pulmón (Gómez, 2010).

Según el efecto que produce en los pulmones puede darse neumoconiosis inerte cuando la acción se da únicamente por acumulación de polvo en los pulmones perdiendo la flexibilidad del tejido pulmonar. En el otro caso esta acumulación de polvo en los pulmones puede producir una degeneración fibrótica del tejido pulmonar y neumoconiosis nociva. Ejemplos: sílice, fibra de asbesto (Creus, 2013, p. 566).

Asfixiantes: Contaminantes capaces de impedir o dificultar el ingreso del oxígeno a los tejidos. Pueden ser asfixiantes simples que reducen la concentración del oxígeno en el aire (CO_2 , N) y los asfixiantes químicos que impiden la llegada del oxígeno a los tejidos, bloqueando los mecanismos del organismo (CO) (Creus, 2013, p. 566).

El asfixiante químico más notorio es el monóxido de carbono, una sustancia por la que la hemoglobina de la sangre tiene mayor afinidad que el oxígeno (una afinidad de 200 veces mayor). El compuesto resultante, la carboxihemoglobina, es una sustancia muy estable, que impide el intercambio vital de oxígeno y el dióxido de carbono por medio de su vehículo, la hemoglobina (Asfahl, 2000, p. 151)

Anestésicos o Narcóticos: Son vapores orgánicos de carácter liposoluble que facilita su llegada al cerebro donde se encuentra el centro neurálgico del sistema nervioso central, Estos vapores actúan como depresores. Ejemplos: acetona, tolueno (Creus, 2013, p. 566).

Son capaces de anular la actividad del sistema nervioso central, produciendo un efecto sedante (González, 2011, p. 74).

Sensibilizantes: Contaminantes químicos que producen reacciones alérgicas y pueden ser afecciones dérmicas o afecciones respiratorias. Ejemplo: polvo de fibra de vidrio (Creus, 2013, p. 566).

Cancerígenos, genotípicos y tóxicos para la reproducción: La catalogación de una sustancia en uno de estos grupos se hace en función de que induzcan el desarrollo de un cáncer, produzca alteraciones del DNA u ocasione alteraciones en la fertilidad, reproducción o descendencia (Creus, 2013, p. 566). Son aquellos agentes que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia (González, 2011, p. 74).

Tóxicos sistémicos: Alteraciones o daños en órganos o sistemas específicos (hígado, riñón, piel, etc.) una vez absorbidos y distribuidos por el cuerpo (Gómez, 2010, p. 1239).

1.2.1.4. Vías de entrada de los contaminantes químicos al organismo humano.

El contacto entre el tóxico y el organismo se inicia en una zona del cuerpo en contacto con el medio externo contaminado. En Higiene Industrial las principales vías de entrada en la exposición laboral a contaminantes químicos son la respiratoria y cutánea.

Vía respiratoria: Es la más importante ya que los contaminantes suspendidos en el ambiente (polvos, aerosoles, humos, gases, vapores, etc.) pueden ingresar acompañado al aire inspirado y penetrar en los pulmones. El poder de penetración en las vías respiratorias depende en gran medida del tamaño de la partícula. La característica estructural pulmonar, ramificada y húmeda, favorece la deposición de las partículas mayores en las mucosidades de las paredes que posteriormente son expulsadas por la expectoración. Las partículas de menor tamaño, aerosoles, gases, no rechazadas por este mecanismo, pueden llegar a los alveolos pulmonares e incorporarse al riego sanguíneo, distribuyéndose por todo el organismo.

Vía cutánea: Es la segunda vía en importancia. Muchas sustancias pueden atravesar la piel, directamente o vehiculizadas por otras sustancias, y alcanzar los capilares sanguíneos e incorporarse a la sangre. La temperatura, la sudoración y el estado de la piel pueden estar debilitados por lesiones o por la acción de productos químicos, pudiendo influir en la absorción de tóxicos a través de la piel.

Vía digestiva: Sistema formado por boca, esófago, estómago, intestinos, solo tiene lugar en caso de accidente, malos hábitos higiénicos como comer, beber o fumar en el puesto de trabajo. Hay que tener en cuenta los contaminantes que retenidos en las

mucosas del sistema respiratorio, pasan al sistema digestivo al ser expulsados en la expectoración (Gómez, 2010, pp. 3-1239-1240).

1.2.1.5 Efectos producidos sobre el organismo

El efecto producido por un tóxico en un organismo no es solo función de la dosis que recibe, sino también de la forma y del tiempo que tarda en administrarse esa dosis. Hay tres tipos de intoxicaciones según velocidad de penetración en el organismo: aguda, subaguda y crónica:

Intoxicación aguda: da lugar a una alteración grave con un corto periodo de exposición. Se caracteriza por un tiempo de exposición muy corto a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción del tóxico por el organismo.

Los efectos agudos se producen poco tiempo después de la exposición (horas, días) y pueden ser reversibles o irreversibles. La toxicidad aguda se asocia a las sustancias cuyos efectos adversos se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis de una sustancia o mezcla; de dosis múltiples administradas a lo largo de 24 horas; o como consecuencia de una exposición por inhalación durante 4 horas (Carril, 2015 p. 265).

Intoxicación subaguda: Se diferencia de la anterior básicamente por el efecto producido que es menor.

Intoxicación crónica: Se produce por exposición repetida a pequeñas dosis de tóxico. Se caracteriza por concentración del contaminante pequeñas y largos periodos de

exposición; en laboratorio puede ser toda la vida del animal y en el trabajo toda la vida laboral del trabajador (Carril, 2015 p. 265).

En la intoxicación crónica, los mecanismos principales que originan el desarrollo del efecto son la acumulación del tóxico en ciertas partes del organismo. Esto ocurre cuando la cantidad del tóxico absorbida por el organismo es mayor que la cantidad del mismo que el organismo es capaz de eliminar. Cuando la concentración del tóxico en el lugar de acumulación alcanza un cierto nivel se producen los efectos correspondientes.

Puede ocurrir también que en una causa ajena al fenómeno estudiado produzca el desprendimiento del tóxico del lugar de acumulación, invadiendo el mismo del resto del cuerpo humano en concentración suficiente para producir daño en algún otro órgano. Los efectos crónicos se producen tras una exposición prolongada (meses, años, decenios) y/o persisten después de que haya cesado la exposición (Carril, 2015 p. 265).

Otra forma de desarrollar el efecto de un tóxico es por acumulación de los efectos producidos en cada una de las exposiciones. En este caso, el contaminante no se acumula en el organismo, sino que todo él es eliminado tras un cierto tiempo desde que se produjo la exposición, no obstante, cada una de estas exposiciones repetidas produce un pequeño efecto o daño no manifiesto en el individuo, y es la acumulación de estos efectos, lo que produce el efecto o daño total, que se manifiesta.

La tolerancia a una sustancia química es el fenómeno que se producen cuando repetidas exposiciones tienen como resultado una respuesta más baja de la que sería de esperar e sin tratamiento previo (Carril, 2015 p. 266).

1.2.1.6. Efectos de los contaminantes químicos

Efectos Combinados.- Hay contaminantes que desencadenan uno solo de estos efectos, otros en cambio engloban en si acciones varias. Otra circunstancia es la presencia de un mismo ambiente de contaminantes distinta a un mismo tiempo. Hay que distinguir tres casos:

Efectos simples: se presentan cuando los contaminantes actúan sobre órganos distintos.

Efectos aditivos: son los producidos por varios contaminantes que actúan sobre un mismo órgano o sistema fisiológico.

Efectos potenciales: son los producidos cuando uno o varios productos multiplican la acción de otros. El efecto total solo puede calcularse si se conoce la magnitud de los potenciadores (MAPFRE, 1991, p. 22).

1.2.1.7. Marco Legal de los contaminantes químicos

La norma ecuatoriana no establece límites permisibles para la exposición laboral a los agentes químicos, por lo que el criterio legal referencial para la evaluación y análisis se realizara en referencia a los límites permisibles de los valores establecidos para jornadas de trabajo.

El promedio ponderado en el tiempo (Time Weighted Average, denominado TWA por sus siglas en inglés) establecido para (8) horas y los límites permisibles para periodos de corta exposición (Short Time Exposure Limit, denominado STEL por sus siglas en inglés) establecido para exposiciones de quince (15) minutos.

Los mismos que se encuentran concatenados con los Valores Máximos de Umbral (Threshold Limit Values, denominados TLVs por sus siglas en inglés) y que son publicados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA).

1.2.1.8. Proceso de inspección técnica vehicular

Según la norma NTE INEN 2349.2003 refiere que la mayor parte la contaminación ambiental está dada por automotores, ya que estos utilizan combustibles derivados de petróleo. Según lo establecido en el capítulo II de la actual Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial.

Previo a la obtención del permiso de circulación los vehículos en todo el Ecuador deben aprobar una revisión técnica la misma que comprende aspectos ambientales y de seguridad activa y pasiva del vehículo y debe ejecutarse en los centros de revisión vehicular.

Los centros de revisión vehicular deben proporcionar un sistema de inspección rápido y confiable, por medio de tecnología de diagnóstico automotriz, que permite obtener resultados reales sobre el estado mecánico y de contaminación de los vehículos (INEN 2349, 2003 p. 3-5-9)

1.2.1.9. Tipos de centros de revisión vehicular (CRV)

Un centro de revisión vehicular (CRV) es un área adecuada para la instalación de equipos de diagnóstico automotriz para la ejecución de pruebas en condiciones

controladas, que permiten comparar los resultados obtenidos con límites locales de control. A la agrupación de los equipos en in orden lógico secuencial, se conoce como línea de revisión vehicular (NTC5383, 2006).

Según el tamaño del parque automotor y su tasa de crecimiento en los años sumado a los diferentes estratos que pueden identificarse en el (vehículos agrupados según su capacidad de carga, tiempo de servicio, kilometraje recorrido, cilindraje, tipo de motor, tecnología de reducción de contaminantes, años/modelos de fabricación, et), un programa de inspección y mantenimiento vehicular puede contemplar el diseño y construcción de dos tipos de CRV (DANTON S.A, 2014)

Los tipos de centros de revisión vehicular son:

Centros de revisión monotipo.- son aquellos que tienen líneas de revisión con capacidad para inspeccionar vehículos que por sus características de diseño y de peso se catalogan como livianos, los mismos que pueden ser de servicio particular o de servicio público.

Centro de revisión vehicular mixto.- es aquel que incorpora líneas para la revisión de vehículos livianos y líneas para la revisión de vehículos pesados, en los dos casos la revisión se realizara a vehículos particulares y de servicio público (DANTON S.A, 2014)

1.2.1.10. Tipos de líneas de revisión vehicular.

Las líneas que conforma un centro de revisión vehicular se caracteriza por el tipo de vehículo que pueda revisarse en ellas de tal forma que se pueden clasificar en:

- Líneas de revisión para vehículos livianos.
- Líneas de revisión para vehículos pesados.

Para una mejor distribución de los equipos que conforman las líneas de revisión, es conveniente dividirlos en secciones, los equipos que forman cada sección interactúan entre sí por medio de sistemas informáticos que permite asociar los resultados obtenidos en cada prueba.

El número de secciones y su orden, depende del programa local de inspecciones y mantenimiento vehicular. En los centro de revisión vehicular. En los CRV que operan en el Distrito Metropolitano de Quito los dos tipos de líneas están conformadas en tres secciones (DANTON S.A, 2014).

1.2.1.11. Equipos utilizados en las líneas de revisión vehicular.

Los equipos que se instalan en una línea de revisión dependerán del uso que se le asigne, es decir que dependerán del tipo de vehículo que se va a revisar. La línea de revisión para vehículos livianos de tres secciones, que opera en el Distrito metropolitano de Quito, está conformada por los siguientes equipos (DANTON S.A, 2014a)

La sección 1 dispone de los siguiente equipos en orden de instalación sonómetro diferencial integrado, analizadores de gases para emisión de motores de ciclo Otto (a gasolina) y de ciclo Diésel (opacímetro), luxómetro con regloscopio electrónico.

La sección 2 dispone de los siguientes equipos en orden de instalación: velocímetro o verificador de calibración de taxímetros, banco de pruebas para sistema de suspensión, banco de prueba para sistema de frenos (frenómetro) y banco de prueba para deriva dinámica o alineador al paso.

La sección 3 es una fosa de inspección aislada por un banco detector de holgura, cuyas placas son controladas por una bomba hidráulica que es manejada por el inspector con un controlador instalado en la linterna que porta en su mano (DANTON S.A, 2014a).

1.2.1.12. Contaminantes químicos en el proceso de revisión vehicular

El cuerpo humano reacciona de diferente manera a cada tipo de contaminante, a la vez que esta reacción depende de factores como la concentración del contaminante en el medio ambiente laboral, el tiempo de exposición y el grado de sensibilidad de cada individuo. Las reacciones causadas pueden ir desde ligeras molestias hasta afectaciones graves a la salud e incluso discapacidades permanentes.

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas que no emite olor, sin sabor y no irritante, por lo que su exposición puede pasar completamente desapercibida. Se origina de la combustión incompleta de los combustibles orgánicos. El origen más frecuente de intoxicación con este gas son los incendios, en los que hasta el 50% de las muertes son debidas a esta intoxicación.

Una vez inhalado, el CO se combina con la hemoglobina en sangre, que es un componente que suele ir en condiciones normales unido al oxígeno para repartirlo por todo el organismo. El CO se une a la hemoglobina de una manera hasta 250 veces más fácilmente que con el propio oxígeno. Se produce el compuesto denominado COHb o carboxihemoglobina, que resulta unas 200 veces más difícil de separar que el

compuesto de la hemoglobina con el oxígeno. El resultado que se produce es una hipoxia o disminución del nivel de oxígeno en la sangre y tejidos, por mal transporte del O_2 a dichos tejidos (Olson, 2004, p.151)

Las fuentes de exposición a monóxido de carbono incluyen inhalación de humos de incendios, combustión de motores de vehículos, combustión incompleta de estufas de carbón, gasolina o keroseno, el cigarrillo y al cloruro de metileno (Olson, 2004, p.152)

Respecto al CO de origen antropogénico, el mayor productor es el transporte, aunque también existen otras fuentes emisoras, entre las que cabe destacar las plantas de combustión y el tratamiento de residuos, sin olvidar tampoco otras actividades, tales como el tratamiento y distribución de combustibles fósiles o las refinerías de petróleo, que constituyen actividades industriales responsables de emisiones de CO (Orozco, 2005, p. 340)

En condiciones atmosféricas es un gas que no presenta color, olor o sabor, en concentraciones altas ocasiona pérdida de la percepción visual y la capacidad de pensar. Debido a que reduce la recepción de oxígeno a los tejidos por medio de la sangre, sus efectos son más nocivos en personas que sufren enfermedades cardiovasculares. Un porcentaje de 0,3% de CO en el aire ocasiona la muerte en 30 minutos. Se considera un gas altamente venenoso y mortal (REMMAQ, 2004, p.34).

El monóxido de carbono puede ser eliminado al cesar la exposición, aunque los daños causados por la asfixia pueden ser irreversibles (Creus, 2012, p. 173).

Óxidos de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno provoca afecciones en el sistema respiratorio como irritación de los pulmones, bronquitis y neumonía. Dentro del umbral de olores el

monóxido de nitrógeno esta alrededor de 0,2 ppm, por esta razón se lo considera como un gas muy reactivo. (REMMAQ, 2004, p.34)

Plomo

La inhalación o la ingesta de plomo causa perturbaciones del comportamiento, daños al sistema nervioso, hipertensión arterial, enfermedades cardíacas y retardo mental, estos daños se agudizan en niños por su sensibilidad a pequeñas dosis.

Óxido de azufre

Su principal fuente de generación son las impurezas del combustible utilizado por los motores de combustión interna. Sus efectos más significativos son agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, disminución de las defensas de los pulmones y la hipertensión arterial la cual puede ser mortal (REMMAQ, 2004, p.38).

Material particulado

Causa alteraciones en los sistemas de defensa del organismo contra agentes extraños, daño al tejido pulmonar y mortalidad prematura. Su acumulación en el organismo agrava afecciones respiratorias y cardiovasculares ya existentes, especialmente en los grupos más sensibles (REMMAQ, 2004, p. 40-41).

1.2.1.13. Riesgo higiénico por contaminantes químicos

Causas del riesgo por contaminantes químicos

Las principales causas del riesgo químico son las siguientes:

1. No seguir normas y procedimientos seguros en actividades que implican el uso o transporte de sustancias químicas.

2. Clasificación inadecuada de los productos químicos.
3. Almacenamiento inapropiado de las sustancias químicas.
4. Manipulación de sustancias químicas sin el uso de un sistema de extracción acorde con las sustancias utilizadas.
5. Recipientes inadecuados donde se almacenan productos químicos.
6. Mezclas peligrosas entre sustancias.
7. Envases abiertos.
8. Estanterías no diseñadas para los productos químicos.
9. Ausencia de rodapié en las estanterías.

Una vez se ha presentado un accidente con sustancias químicas, algunas de las causas que contribuyen a su agravamiento son:

- a) Falta de protocolos para controlar fugas o derrames.
- b) Falta de capacitación y entrenamiento en la prestación de primeros auxilios.
- c) Ausencia de duchas de emergencia y lava ojos de emergencia.

(Mancera, 2012, p.p. 273 - 274)

Valoración del riesgo por contaminantes químicos

Los riesgos químicos se pueden valorar fundamentalmente de dos maneras:

- 1.- Realizando una evaluación de la concentración ambiental del contaminante químico para compararla con los Valores Límites Permisible (TLV).

2.- Llevando a cabo una evaluación biológica en orina, sangre, aire exhalado, cabello y uñas, para comparar la concentración de la sustancia en estudio con los Índices Biológicos de Exposición (BEI). Se debe aclarar que los BEI están dados únicamente para orina, sangre y aire exhalado. Algunas muestras de orina para los análisis deben estar referidas a la cantidad de creatina medida en la misma muestra (Mancera, 2012, p. 275).

Valores Límites Permisibles (TLV) son aquellos valores que indican los límites de concentración máxima de un contaminante químico, para una exposición determinada por el TLV; deben ser considerados como valores recomendados y no como una frontera entre condiciones seguras y nocivas (Mancera, 2012, p. 275).

1.2.1.14. Método de monitoreo para gases contaminantes

Muestreo ambiental laboral

El muestreo se hace con el fin de establecer la concentración de un determinado contaminante químico y para evaluar la exposición de los trabajadores, mediante la comparación con los valores límites permisibles (TLV).

Para lograr un buen muestreo ambiental es necesario tener en cuenta:

1. Tiempo para el cual están definidos los valores límites permisibles.
2. Estado químico en que se presenta el contaminante.
3. Técnica del muestreo – análisis: se refiere a la técnica utilizada como puede ser muestreo con tubos colorímetros , sensores de lectura directa, bomba de muestreo personal, borboteadores, etc., y la forma de cuantificar las muestras

como lo es la lectura directa, gravimetría, espectrofotometría, potenciometría, volumetría, electroquímica, etc.

4. Estrategia de muestreo: se refiere a la representatividad de la muestra, tiempo de duración de la medición, localización de los puntos a medir, horarios de las mediciones, etc.
5. Idoneidad técnica de la persona que realiza las mediciones y acreditación de licencia conferida por las autoridades (Mancera, 2012, p. 266).

Análisis de las muestras

Una vez se ha tomado la muestra, esta debe ser analizada en un laboratorio para determinar la concentración de la sustancia química que ha sido objeto del muestreo. Se exceptúan en este caso los muestreos de lectura directa (Mancera, 2012, p. 263).

Para obtener un análisis adecuado de la muestra, esta debe ser manipulada todo el tiempo bajo los parámetros establecidos en los protocolos. Los principales métodos para analizar muestras en higiene industrial son:

Análisis gravimétrico: este análisis se basa en el peso de la sustancia de la cual se quiere saber su concentración. Para esto se debe pesar previamente un filtro, el cual es montado en un soporte diseñado para acoplarse a la bomba: posteriormente, se toma la muestra en el sitio de trabajo correspondiente y luego es llevado el filtro para que se realice el segundo pesaje o pesaje final de muestreo. Por diferencia de peso y por el volumen de aire muestreado, se determina la concentración de la muestra (Mancera, 2012, p. 267).

Análisis espectrofotométrico: se realiza con un espectrofotómetro, el cual permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad de soluto desconocida y una solución de la misma sustancia, la cual contiene una cantidad conocida de soluto. (Mancera, 2012, p. 267).

Espectrofotometría de absorción: si se ilumina una muestra con una lámpara, por lo general es estado líquido (solución en ácido nítrico o clorhídrico), se emite una radiación específica y la muestra absorbe parte de la radiación, se obtiene entonces un espectro de absorción. Si la absorción de la radiación a una longitud de onda dada la efectúan átomos, se habla entonces de un espectro de absorción atómica, pero si la efectúan moléculas se habla entonces de un espectro de absorción molecular. Se comparan los niveles de absorción de las muestras con patrones de concentración conocida (Mancera, 2012, p. 263).

Espectrofotometría de emisión: en este caso lo que se hace es excitar adecuadamente una muestra para que emita una radiación electromagnética cuya intensidad se registra en función de su longitud de onda. En forma análoga al caso de espectrofotometría de absorción, se puede hablar de espectrofotometría de emisión atómica y molecular. En higiene ocupacional se emplean varios tipos de espectrometría:

1. Absorción visible ultravioleta.
2. Infrarrojos
3. Rayos X
4. Absorción atómica
5. Emisión atómica

6. Emisión por plasma acoplado.

Cromatografía: es un conjunto de técnicas que permite separar los componentes de una mezcla, en medio de dos fases, una móvil y otra estacionaria, dentro de una columna; la fase móvil suele ser gas o líquido (Mancera, 2012, p. 267).

Consta principalmente de inyector, columna cromatografía, sistema de circulación de la fase móvil y detector. Las separaciones cromatográficas pueden ser principalmente por:

1. Adsorción basada en la afinidad de los componentes de la muestra con la superficie.
2. Reparto, basada en la diferencia de solubilidad de los componentes de la muestra con la fase estacionaria.
3. Intercambio iónico basada en la susceptibilidad para intercambiar iones con resinas en columnas capilares.
4. Exclusión basada en la diferencia de tamaño de las moléculas del compuesto.

Los sistemas de detección, una vez separados los compuestos, pueden ser de conductividad térmica, ionización de llama, detector de captura de electrones, detector de nitrógeno – fósforo, de masa por trampa de iones, detector fotométrico de llama, entre otros y en cromatografía líquida detectores de índice de refracción, detector ultravioleta visible, de fluorescencia, electroquímico y de conductividad electrónica (Mancera, 2012, p. 268).

Microscopia: es una técnica que se utiliza principalmente para el conteo de fibras que se han retenido en un filtro de membrana; se monta la muestra clarificada y fijada, en una retícula para hacerla visualizada o con medios

computarizados, el conteo de las fibras captadas en un periodo de tiempo dado (Mancera, 2012, p. 268).

Estrategias de muestreo

A aplicación de las diferentes estrategias de muestreo es definida por el higienista de acuerdo con el objetivo que se persigue, equipos de medición a utilizar, exposición en el ambiente laboral. Estas estrategias de muestreo se pueden definir como sigue:

1. Muestra única de periodo completo, la cual corresponde a una sola muestra que se toma durante la totalidad de la jornada de trabajo, esta toma presenta el problema que si bien proporciona una concentración final total de exposición, no arroja información de lo que sucede en diferentes momentos de la jornada laboral.
2. Muestras consecutivas en periodo completo, la cual corresponde a varias muestras que se toman durante la totalidad de la jornada laboral, Estas pueden ser de tiempos iguales o tiempos diferentes de acuerdo a las condiciones y objetivos del estudio. Sin lugar a dudas este sería nuestro ideal, ya que al final del estudio se tendría la información de la concentración total de la exposición, así como datos intermedios de diferentes momentos de las actividades que realiza el trabajador en la jornada laboral, Es importante definir los momentos en que se reemplazaran los filtros.
3. Muestras consecutivas en periodo parcial, son muestras de igual o diferente duración y cubren parte del tiempo de exposición. Esta es una estrategia que a veces se utiliza para reducir costos en los casos en que no se puede aplicar el muestreo consecutivo de periodo completo. Lo importante en este tipo de

muestras es de determinar los momentos en que se hará cada una de las mediciones de acuerdo con las diferentes actividades y exposiciones (Mancera, 2012, p. 2638).

4. Muestras puntuales, las cuales se realizan con toma de muestra o con medidores de lectura directa donde el periodo de tiempo es máximo de 15 minutos. En este caso es necesario realizar varias mediciones puntuales en el día buscando obtener una muestra significativa desde el punto de vista estadístico con relación a los niveles de exposición que se puedan presentar en la jornada laboral o en los momentos críticos.

Sistema de medición para contaminantes ambientales

Se definen dos sistemas dentro de los instrumentos de medición representados en:

1. Muestreo activo: es un sistema que fuerza el paso de aire a través de un dispositivo.
2. Muestreo pasivo: corresponde a un sistema mediante el cual, sin forzar el paso de aire, se toma en un captador que permite el paso natural de aire por difusión y premiación (Mancera, 2012, p. 269).

Sistemas de muestreo más utilizados

Dentro de los sistemas de muestreo más conocidos están:

1. Para gases y vapores:
 - a) Tubos colorimétricos.
 - b) Tubos de carbón activado.

- c) Sensores de lectura directa.
2. Para humos metálicos:
 - a) Filtros de éster de celulosa.
3. Para material particulado:
 - a) Filtros de PVC.
 - b) Lectura directa (Mancera, 2012, p. 269).
 - c) Para material particulado el muestreo se realiza para:
 - Masa de partícula inhalable, son aquellas sustancias peligrosas cuando se depositan en cualquier parte del tracto respiratorio.
 - Masa de partícula toxica, son aquellas sustancias peligrosas al depositarse en cualquier parte de las vías pulmonares y la región de intercambio de gas.
 - Masa de partícula respirable, son aquellas sustancias que resultan peligrosas cuando se depositan en la región de intercambio de gases en los alveolos.
 - Partículas no clasificadas de otra forma (PNCOF), es una muestra que se toma para sustancias de las cuales no se conoce evidencias de efectos tóxicos específicos.
4. Método NIOSH: para muchas sustancias químicas existen métodos de toma de muestra de contaminantes químicos en aire, los de mayor influencia en América son los métodos NIOSH, donde se especifica entre otros:
 - a) Objeto y campo de aplicación.
 - b) Captación de la muestra
 - c) Cadena de custodia.
 - d) Fundamento de método

- e) Técnica analítica y reacción.
 - f) Desorción
 - g) Reactivos y productos
 - h) Instrumento de medida y filtros, aparatos y material.
 - i) Toma de muestra.
 - j) Procedimiento de análisis.
 - k) Precisión.
 - l) Calibración
 - m) Cálculos
 - n) Observaciones.
5. Muestreo Biológico: el muestreo biológico busca cuantificar el grado de absorción de los agentes químicos por el trabajador, midiendo la concentración de sustancias químicas en aire exhalado, orina y sangre, para ser contrastadas con los valores BEI. Esta evaluación es independiente de la vía de ingreso o de exposiciones extra laborales (Mancera, 2012, p. 263).

1.2.1.15. Prevención y control de la exposición a riesgo químico

Las empresas productivas y de servicios deben planificar las acciones preventivas a partir de la identificación de riesgos ocupacionales, evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, el acondicionamiento de los lugares de trabajo, y controlarlos cuando superen los límites permisibles. Al proceso para la prevención de riesgos ocupacionales se le denomina Gestión de Riesgo Ocupacional y se desarrolla en tres etapas:

1. El Reconocimiento.

2. La Evaluación.
3. El control (Mancera, 2012, p. 263).

El Reconocimiento

En esta etapa se identifican los factores de riesgo en el lugar de trabajo de reconocida o potencial nocividad para la seguridad y salud de los trabajadores. Los trabajadores son las personas más calificadas para identificar las situaciones de riesgo pues se enfrentan con ellos directamente día a día, sus actividades se centran en el reconocimiento sanitario de las condiciones de trabajo y factores de riesgo del ambiente laboral que proporciona información cualitativa general sobre la existencia de los factores de riesgo para la salud de los trabajadores y sobre efectos y daños y el análisis ocupacional que también hace parte del reconocimiento preliminar, permite conocer las actividades que se realizan y los factores de riesgo peculiar y relativo a cada trabajo (Álvarez, 2012 p. 116)

La Evaluación.

La evaluación de los riesgos ocupacionales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos ocupacionales que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para adoptar las medidas preventivas.

La naturaleza y propiedades del factor de riesgo: la acción es un contaminante sobre el organismo depende de su naturaleza (química, física y biológica). No es lo mismo estar expuesto a un ambiente de trabajo contaminado con nitrógeno que uno contaminado con vapores nitrosos (Álvarez, 2012 p. 116).

Control

El control del ambiente es lo primero, siendo la medida de protección más importante y primaria de protección, en comparación con el control de las personas y otras medidas que siendo también necesarias, son secundarias.

Control primario: es la fuente donde se produce

- El diseño del edificio, planta, equipo y maquinaria y sistemas de trabajo.
- Sustitución en el material.
- El mantenimiento.

Un buen programa de mantenimiento preventivo aplicado al proceso de productivo y a la maquinaria puede evitar la generación de factores de riesgo (Álvarez, 2012 p. 117).

Control secundario: en el ambiente

Ocurrida la generación del contaminante su objetivo es retirarlo o suprimirlo en el origen donde se produce.

- a) Segregación o aislamiento: consiste en aislar o separar el factor de riesgo del trabajador ya sea a través del aislamiento en el tiempo o aislamiento en espacio.
- b) Ventilación: este método usa corrientes de aire para retirar o diluir el contaminante del ambiente de trabajo (Álvarez, 2012 p. 118).

Diluir el aire interior con un aire menos contaminado: disminuir la concentración de los contaminantes presentes mediante su dilución en un volumen de aire considerablemente mayor en un método habitual y la base de algunas normas sobre la calidad del aire (González, 2009, p. 91)

Utilizar extracción localizada: como forma de controlar la generación de algunos contaminantes en el mismo foco (operaciones de limpieza, abrasivos, cocinas, etc.) (González, 2009, p. 91)

Control terciario: protección al trabajador

Las acciones más relevantes que se deben realizar son:

- a) Limitar el tiempo de exposición.
- b) Controles en prácticas de trabajo y operaciones
- c) Capacitación.
- d) Exámenes médicos.
- e) Equipos de protección personal (Álvarez, 2012 p. 118).

El conocer los peligros que puede causar el monóxido de carbono al personal que trabaja en los centros de revisión y control vehicular permitirá aplicar de forma efectiva la normativa para prevenir, reducir o eliminar el riesgo en los puestos de trabajo y consecuentemente del entorno.

Durante el desarrollo de la investigación se demostrará lo esencial que es conocer los niveles de exposición al monóxido de carbono, ya que de no hacerlo no se tendrá definido si las enfermedades que presenta el personal asignado a estas tareas son debido a esta causa, pudiendo generar problemas de tipo legal a la empresa.

CAPITULO II

2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EXPUESTOS AL FACTOR DE RIESGO MONÓXIDO DE CARBONO.

Para la identificación de los puestos de trabajo expuestos a monóxido de carbono se analizó el organigrama del centro de revisión vehicular así como la matriz de riesgo y se determinó los puestos de trabajo más afectados por monóxido de carbono.

Con la observación, el investigador realizó el análisis de las actividades relacionadas en cada proceso, para lo cual se ayudó de documentos como procedimientos, descripción de puestos de trabajo etc.

Las entrevistas, fueron de vital importancia en este estudio para obtener la opinión de los trabajadores en cuanto a alternativas de solución y a la manifestación de problemas no apreciables al momento del estudio.

2.2. MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LOS DIFERENTES PUESTOS DE TRABAJO.

Para la medición del monóxido de carbono se efectuaron medidas con base en el principio de lectura directa de gases, el mismo que permitió determinar las concentraciones de monóxido de carbono en el interior del hangar de revisión, para luego compararlas con los niveles límites permisibles conocidos como TLV-TWA.

2.2.1. Equipo de medición

El equipo utilizado es un monitor de gases, el cual se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Monitor de Gases



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Características del monitor de gases.

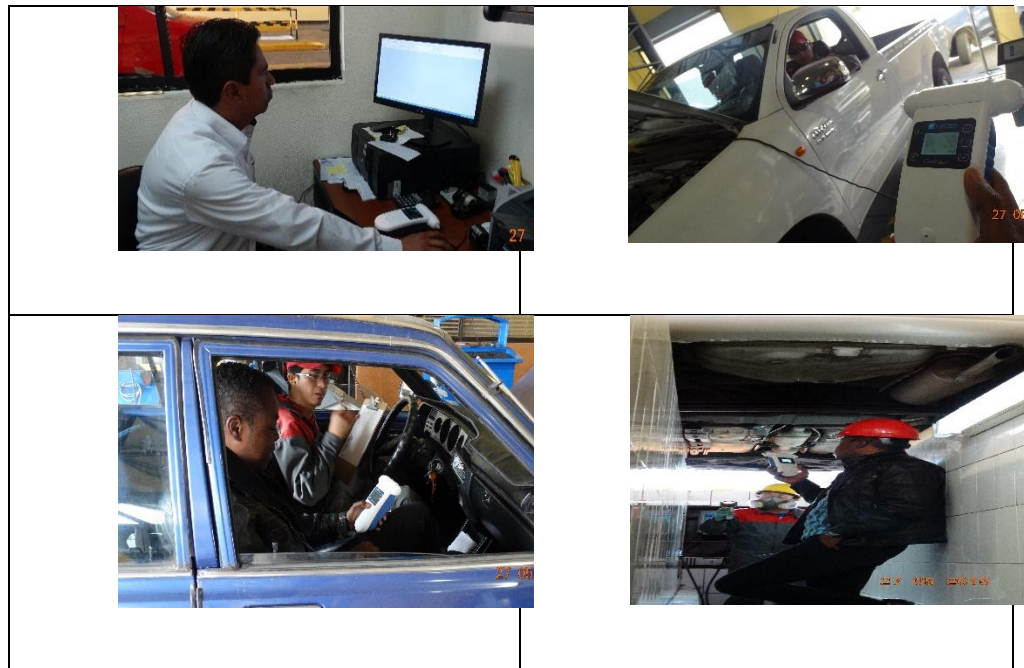
Equipo:	Monitor de Gases
Marca:	KANOMAX
Modelo:	GASMASTER 2750
Exactitud:	$\pm 0,2$ ppm. + 10%
Rango:	0 – 1000 ppm.
Serial:	MS21208140
Cantidad:	1

Fuente: Elaboración propia.

La prueba se desarrolló el 27 de mayo del 2015 en el centro de revisión vehicular Florida Alta, se monitoreo cada puesto de trabajo durante 9 minutos cada uno.

La figura 2 refleja la ubicación y utilización del equipo durante la etapa de monitoreo de monóxido de carbono.

Figura 2 Ubicación monitor de gas.



Fuente: Elaboración propia.

2.3. EVALUACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EXPUESTOS A MONÓXIDO DE CARBONO.

2.3.1. Determinación de los niveles de monóxido de carbono por medio de Dosímetros en el personal expuesto.

Se realizó la medición directa del nivel de monóxido de carbono al cual se encuentra expuesto el personal que labora en el Centro de Revisión Vehicular.

Para determinar el tamaño de la muestra, se asumió una muestra piloto, esto permitió calcular la desviación estándar de los datos obtenidos.

La desviación estándar σ se calculó con la ecuación 2.1 con la ecuación

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{x}|^2}{N-1}} \quad [\text{Ec. 2.1}]$$

Donde:

σ : Desviación estándar.

X : Concentración de CO evaluadas a la muestra piloto

Xm : Valor medio de las concentraciones evaluadas a la muestra piloto.

N : Tamaño de la muestra

Ubicación de la medición

El muestreo se realizó con un instrumental portátil, que cumplió con los requisitos solicitados y calibración adecuada esté se situó en la zona más cercana de respiración del trabajador.

Con los resultados de las mediciones obtenidas se calculó la concentración media ponderada en 8 horas (TWA) para el monóxido de carbono.

El TWA para el monóxido de carbono se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$TWA = \sum Ci \times Ti \quad [\text{Ec. 2.2}]$$

Siendo:

\sum : Sumatoria

Ci : concentración i-ésima

Ti : Tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor Ci

Para los efectos del cálculo de la TWA de la jornada laboral, la suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en el numerador de la formula anterior será igual a la duración real de la jornada expresada en horas.

Donde se observó que el TWA de monóxido de carbono medido en cada puesto de trabajo es menor al TLV-TWA, por lo que se lo comparo con el nivel de acción para poder realizar la evaluación en el puesto de trabajo más afectado.

El nivel de acción se calcula utilizando la ecuación.

$$[NA] = 50\% TLV - TWA \quad [\text{Ec. 2.3}]$$

Se valoró el riesgo higiénico y se utilizó el índice de Exposición Máxima Permissible (EMP), el cual se pondera en el tiempo de exposición el Valor Limite Ambiental de Exposición Diaria (VLS-ED) adoptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT), o el TLV-TWA de la Conferencia Americana de Higiene Industrial Gubernamentales (ACGIH), mediante la ecuación:

Gubernamentales (ACGIH), mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ EMP} = \frac{C}{VL} \times \frac{t}{8} \times 100 \quad [\text{Ec. 2.4}]$$

De la ecuación mostrada anteriormente se tiene la siguiente simbología:

- \bar{C} : es la concentración media del contaminante.
- VL : es el valor límite para 8 horas de trabajo.
- t : es el tiempo de exposición al contaminante $t = 8$ horas/día o 40 horas semanales.

Para valores superiores al 100% EMP, se determina que existe riesgo higiénico para el puesto de trabajo considerado.

Para valores inferiores, según criterios técnicos y debido a la variabilidad de las concentraciones en los puestos de trabajo evaluado, se empezaran a adoptar medidas

preventivas para el control de emisión de contaminantes, las cuales serán más restrictivas a medida que se aproximen al 100% de EMP.

2.3.2. Determinación de los niveles de carboxihemoglobina en la sangre del personal expuesto

Un indicador sumamente importante es el nivel de carboxihemoglobina en sangre del personal expuesto. Por lo que se extrajo una muestra de sangre a los trabajadores del centro de revisión vehicular la Florida Alta, esta muestra se envió al laboratorio Urgelab al cual se solicitó que se analizara el porcentaje de carboxihemoglobina en sangre.

Con el resultado de los exámenes, se realizó el cálculo del valor promedio de carboxihemoglobina para los trabajadores expuestos. Se procedió a compararlo con el Índice Biológico de Exposición (BEI) en el caso del monóxido de carbono es de 3,5% de Carboxihemoglobina en hemoglobina total.

2.4. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.

El servicio médico de la empresa presento registros de pacientes con sintomatología neuronal por parte del personal que trabaja en el hangar de revisión por lo que se procedió a realizar la carboxihemoglobina de estos puestos de trabajo para tomar las respectivas medidas de prevención y control en estos puesto de trabajo.

2.5. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Se solicitó a la empresa que el instrumento de medida a utilizarse se encuentre calibrado antes de proceder a las mediciones pertinentes (Ver anexo A)

La NTP 553 emitida por la INSHT, da como lineamientos técnicos para el muestreo y valoración de agentes químicos, a la hora de medir y juzgar exposiciones se refieren fundamentalmente al tiempo de duración de la mediciones, el número de estas, la ubicación, el número de trabajadores a muestrear, el tratamiento de los datos y las conclusiones posibles.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Se define operativamente las variables con sus respectivas categorías e indicadores que permiten desarrollar características propias de la investigación como se indica en la tabla 2.

Tabla 3. Operacionalización de las variables

VARIABLE	CATEGORIAS	INDICADORES
Identificar monóxido de carbono en el proceso de revisión técnica vehicular	Cualitativa Condiciones ambientales	Mediciones
Cuantificar el monóxido de carbono y compararlo con la normativa	Cuantitativa /Cualitativa Agentes químicos	Probabilidad de enfermedades causadas por agentes químicos

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

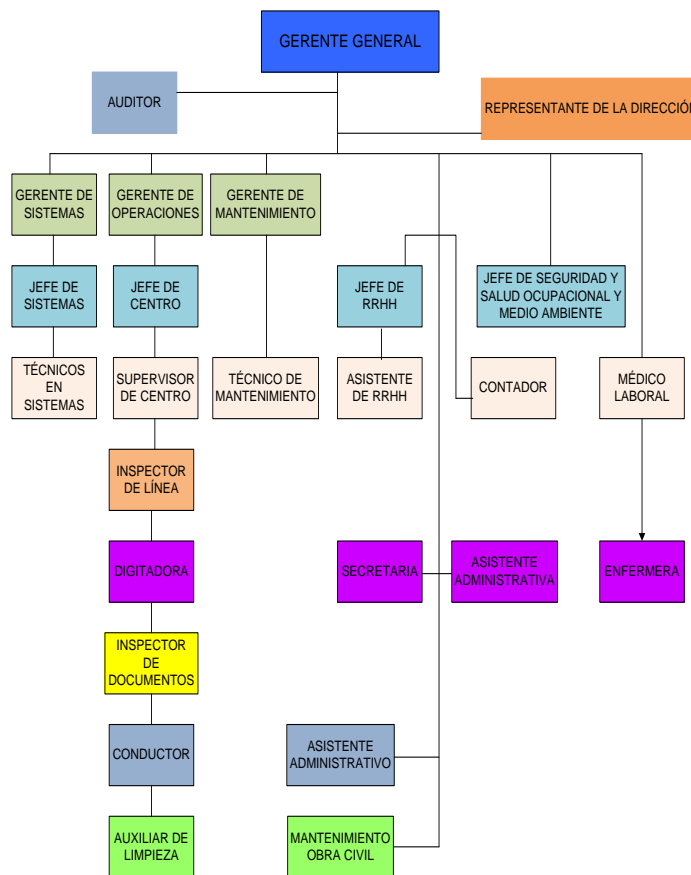
RESULTADOS

3.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS

3.1.1. Organigrama de la empresa

En la figura 3 se muestra la estructura del Centro de Revisión Vehicular globalmente y del área del hangar que es nuestro punto de enfoque:

Figura 3. Organigrama del Centro de Revisión Vehicular



Fuente: Manual de calidad CRV

3.1.2. Identificación de los puestos de trabajo expuestos al factor de riesgo monóxido de carbono.

Con base en las actividades que se desarrolla en el centro de revisión vehicular (CRV) la Florida Alta se procede a la identificación del factor de riesgo químico.

El centro de revisión vehicular (CRV) la Florida Alta cuenta con 29 trabajadores, 26 hombres y 3 mujeres divididos en 6 puestos de trabajo de estos 3 puestos son administrativos y 3 operativos.

Se puede observar en la matriz de riesgos (Ver anexo B) que los inspectores de línea es el personal que posee el riesgo químico más elevado. Es decir 20 de los 29 trabajadores de este centro de revisión están siendo afectados por el monóxido de carbono, es decir el 68.9% de los trabajadores ya que estos permanecen en el hangar de revisión.

Siendo los inspectores de línea los más afectados y de ellos los que se ubican en la sección 3 es decir en la fosa de revisión, debido a que los conductores se encuentran momentáneamente en los exteriores del hangar esperando que los clientes ingresen con sus vehículos al establecimiento como lo indica el manual de calidad de la empresa.

3.1.3. Descripción de los puestos de trabajo operativos

A continuación se detalla los diferentes puestos de trabajo que son nuestro objeto de estudio:

En la tabla 4 y figura 4 se detalla el proceso y actividades que se lleva a cabo en el puesto de trabajo sección 1.

Tabla 4. Proceso puesto de trabajo sección 1.

Proceso	Inspección visual y revisión de emisiones de gases, luces, ruido
Nombre del puesto de trabajo	Inspector de línea sección 1
Jornada de trabajo	08h00 a 17h00
Días de trabajo	Lunes a Viernes
Tiempo de almuerzo	45 minutos
Tiempo de descanso	10 minutos
Exposición directa monóxido de carbono	Si permanece cerca del motor vehicular
Utiliza EPP	Si protección respiratoria

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Descripción del proceso sección 1

	<p>Se observa el estado físico del vehículo (labrado de neumáticos, carrocería, puertas, retrovisores, funcionamiento de luces, bocina, parabrisas, espejos).</p> <p>Se procede a la medición de luces su alineación, intensidad con el luxómetro con regloscopio.</p> <p>Se realiza la medición de emisiones de gases (CO, HC, O2).</p> <p>Se realiza la medición del ruido a la salida del tubo de escape</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia.


En la tabla 5 y figura 5 se detalla el proceso y actividades que se lleva a cabo en el puesto de trabajo sección 2.

Tabla 5. Proceso puesto de trabajo sección 2.

Proceso	Revisión vehicular con equipos mecánicos: velocímetro, frenómetro, banco de suspensión y alineador al paso.
Nombre del puesto de trabajo	Inspector de línea sección 2
Jornada de trabajo	08h00 a 17h00
Días de trabajo	Lunes a Viernes
Tiempo de almuerzo	45 minutos
Tiempo de descanso	10 minutos
Exposición directa a monóxido de carbono	Si concentraciones disueltas en el ambiente
Utiliza EPP	Si protección respiratoria

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Descripción del proceso sección 2

	<p>Se mide la eficacia y el desequilibrio del sistema de frenos.</p> <p>Se mide la eficacia y desequilibrio del sistema de suspensión.</p> <p>Se verifica la calibración del taxímetro (para los taxis únicamente)</p> <p>Se mide la alineación de las ruedas del eje direccional</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia.


En la tabla 6 y figura 6 se detalla el proceso y actividades que se lleva a cabo en el puesto de trabajo sección 3 fosa.

Tabla 6. Proceso puesto de trabajo sección 3 fosa.

Proceso	Banco detector de holguras
Nombre del puesto de trabajo	Inspector de línea sección 3 fosa
Jornada de trabajo	08h00 a 17h00
Días de trabajo	Lunes a Viernes
Tiempo de almuerzo	45 minutos
Tiempo de descanso	10 minutos
Exposición directa a monóxido de carbono	Si se mantiene cerca del tubo de escape, ambiente contaminado, permanece bajo el nivel del suelo con paredes a los lados
Utiliza EPP	Si protección respiratoria

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Descripción del proceso sección 3 fosa.

	<p>Se verifica el estado mecánico (holguras) de los sistemas que forman el vehículo, además la existencia de fugas de líquidos de frenos, vertido de aceite y refrigerante, el estado del piso, instalaciones eléctricas, cañerías, aros, etc.</p> <p>Se envían los datos de las pruebas al servidor central.</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia.




En la tabla 7 y figura 7 se detalla el proceso y actividades que se lleva a cabo en el puesto de trabajo conductor de línea.

Tabla7. Descripción del proceso conductor de línea

Proceso	Conducir el vehículo durante todo el proceso de revisión
Nombre del puesto de trabajo	Conductor de línea
Jornada de trabajo	08h00 a 17h00
Días de trabajo	Lunes a Viernes
Tiempo de almuerzo	45 minutos
Tiempo de descanso	10 minutos
Exposición directa a monóxido de carbono	Si gases disueltos en el ambiente y la ventana vehicular está abierta durante el proceso
Utiliza EPP	No

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Descripción del proceso Conductor de línea

	<p>Obtención del parte diario de trabajo y llaves del vehículo.</p>
	<p>Identificación del vehículo e inspección visual.</p>
	<p>Verificar la temperatura del vehículo. Apagar los accesorios del vehículo Conducir el automotor desde el parqueadero hacia las líneas y a través de ellas para finalizar en el parqueadero de vehículos revisados. Entrega de parte de trabajo y llaves del vehículo</p>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 y figura 8 se detalla el proceso y actividades que se lleva a cabo en el puesto de trabajo administrativo.

Tabla 8. Proceso del puesto de trabajo administrativo

Proceso	Procesamiento de datos tanto del propietario como del vehículo
Nombre del puesto de trabajo	Personal Administrativo
Jornada de trabajo	08h00 a 17h00
Días de trabajo	Lunes a Viernes
Tiempo de almuerzo	45 minutos
Tiempo de descanso	10 minutos
Exposición directa a gases	NO, la exposición es indirecta a gases disueltos en el ambiente de trabajo debido a que se encuentra en otra área.
Utiliza EPP	No

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Descripción del proceso puesto administrativo

	<p>Se unifican los datos de identificación del vehículo y del propietario con los resultados obtenidos de la revisión técnica.</p>
	<p>Se registra la información en el servidor central de procesos.</p>
	<p>Se imprime el certificado de revisión vehicular.</p> <p>Se entrega el certificado y se coloca el adhesivo en el parabrisas frontal del vehículo en un área donde no interfiera la visibilidad</p>

Fuente: Elaboración propia.

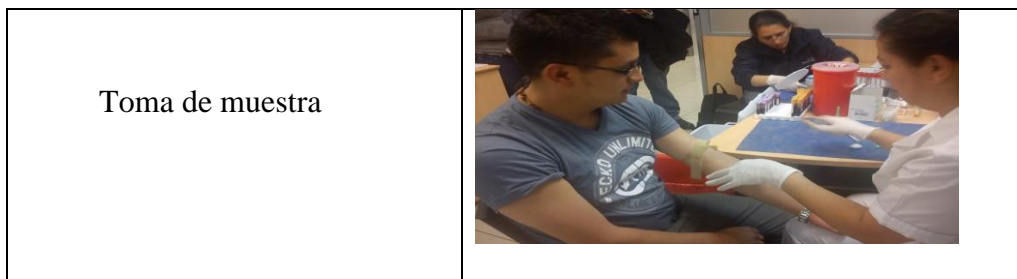
En la tabla 9 se observa los valores de carboxihemoglobina obtenidos del análisis del proceso (figura 9) la toma de muestra de sangre de los trabajadores de los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 9. Valores toma de muestra de Carboxihemoglobina en sangre.

Cargo	% Carboxihemoglobina
Inspector de línea sección 1	1,6
Inspector de línea sección 2	2,3
Inspector de línea sección 3	3,7
Conductor de línea	2,3
administrativo	0,5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Toma de muestras para realizar Carboxihemoglobina en sangre



Fuente: Elaboración propia

3.2. MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LOS DIFERENTES PUESTOS DE TRABAJO.

A continuación en las tablas 10, 11, 12, 13, 14, se muestran los valores resultantes de las mediciones de los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 10. Medición de CO en el inspector de línea sección 1

Puesto	Medición	Date Time	Monitor ID	Location ID	CO(ppm)
Inspector de línea sección 1	1	28/05/2015 8:24	1	1	8,05
	2	28/05/2015 8:25	1	2	3,72
	3	28/05/2015 8:26	1	3	2,34
	4	28/05/2015 8:27	1	4	4,65
	5	28/05/2015 8:28	1	4	1,26
	6	28/05/2015 8:29	1	5	5,07
	7	28/05/2015 8:30	1	6	3,66
	8	28/05/2015 8:32	1	7	4,89
	9	28/05/2015 8:33	1	8	3,11

Fuente: Informe técnico de mediciones y evaluación ingmedssa

Tabla 11. Medición de CO en el inspector de línea sección 2

Puesto	Medición	Date Time	Monitor ID	Location ID	CO(ppm)
Inspector de línea 2	10	28/05/2015 8:36	1	10	1,22
	11	28/05/2015 8:37	1	10	1,29
	12	28/05/2015 8:38	1	11	0,41
	13	28/05/2015 8:40	1	12	0,88
	14	28/05/2015 8:41	1	13	8,37
	15	28/05/2015 8:43	1	14	9,19
	16	28/05/2015 8:44	1	15	9,21
	17	28/05/2015 8:45	1	16	15,41
	18	28/05/2015 8:46	1	17	10,3

Fuente: Informe técnico de mediciones y evaluación ingmedsss

Tabla 12. Medición de CO en el inspector de línea sección 3 fosa

Puesto	Medición	Date Time	Monitor ID	Location ID	CO(ppm)
Inspector de línea 3 fosa	19	28/05/2015 8:47	1	18	9,11
	20	28/05/2015 8:52	1	18	11,72
	21	28/05/2015 8:53	1	18	13,51
	22	28/05/2015 8:54	1	19	35,82
	23	28/05/2015 8:55	1	20	9,08
	24	28/05/2015 8:56	1	21	9,47
	25	28/05/2015 8:57	1	22	9,54
	26	28/05/2015 8:58	1	22	9,46
	27	28/05/2015 9:01	1	23	9,06

Fuente: Informe técnico de mediciones y evaluación ingmedssa

Tabla. 13 Medición de CO en el conductor de línea

Puesto	Medición	Date Time	Monitor ID	Location ID	CO(ppm)
Conductor de línea	28	28/05/2015 9:02	1	24	4,03
	29	28/05/2015 9:05	1	25	6,17
	30	28/05/2015 9:06	1	25	5,65
	31	28/05/2015 9:08	1	26	4,91
	32	28/05/2015 9:11	1	27	6,82
	33	28/05/2015 9:12	1	27	8,87
	34	28/05/2015 9:14	1	27	8,02
	35	28/05/2015 9:16	1	28	5,32
	36	28/05/2015 9:17	1	29	4,76

Fuente: Informe técnico de mediciones y evaluación ingmedssa

Tabla 14. Medición de CO en oficina administrativa

Puesto	Medición	Date Time	Monitor ID	Location ID	CO(ppm)
Oficina Administrativa	37	28/05/2015 9:18	1	30	2,16
	38	28/05/2015 9:24	1	34	9,96
	39	28/05/2015 9:25	1	34	9,89
	40	28/05/2015 9:26	1	35	3,43
	41	28/05/2015 9:40	1	39	2,25
	42	28/05/2015 9:41	1	39	2,6
	43	28/05/2015 9:42	1	40	2,12
	44	28/05/2015 9:43	1	40	2,18
	45	28/05/2015 9:44	1	41	2,04

Fuente: Informe técnico de mediciones y evaluación ingmedssa

3.3. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

3.3.1. Compendio de resultados

A continuación se muestran los valores resultantes de las evaluaciones por puestos de trabajo, los que se encuentran resaltados con color rojo son los que sobrepasan los valores permitidos por la normativa.

Se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 15. Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 1

Gases	Media Geométrica (ppm)	Valor Promedio (8 horas)	TWA - TLV (ppm)	STEL (ppm)	Riesgo
CO	4,22	4,43	25	-	BAJO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se muestra el resultado del valor promedio para 8 horas de la medición de CO para el puesto de trabajo inspector de línea sección 1 que es de 4,43 ppm y es comparado para el TWA – TLV del CO que es de 25 ppm donde se determina que el riesgo a exposición de CO para este puesto de trabajo es bajo.

Tabla 16. Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 2

Gases	Media Geométrica (ppm)	Valor Promedio (8 horas)	TWA - TLV (ppm)	STEL (ppm)	Riesgo
CO	7,21	8,07	25	-	BAJO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra el resultado del valor promedio para 8 horas de la medición de CO para el puesto de trabajo inspector de línea sección 2 que es de 8,07 ppm y es comparado para el TWA – TLV del CO que es de 25 ppm donde se determina que el riesgo a exposición de CO para este puesto de trabajo es bajo.

Tabla 17. Resultado medición de CO en el inspector de línea sección 3 fosa

Gases	Media Geométrica (ppm)	Valor Promedio (8 horas)	TWA - TLV (ppm)	STEL (ppm)	Riesgo
CO	11,1	12,65	25	-	MEDIO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se muestra el resultado del valor promedio para 8 horas de la medición de CO para el puesto de trabajo inspector de línea sección 3 fosa que es de 12,65 ppm y es comparado para el TWA – TLV del CO que es de 25 ppm donde se determina que el riesgo a exposición de CO para este puesto de trabajo es medio.

Tabla 18. Resultado medición de CO en el conductor de línea

Gases	Media Geométrica (ppm)	Valor Promedio (8 horas)	TWA - TLV (ppm)	STEL (ppm)	Riesgo
CO	5,89	6,06	25	-	BAJO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 se muestra el resultado del valor promedio para 8 horas de la medición de CO para el puesto de trabajo conductor de línea es de 6,06 ppm y es comparado para el TWA – TLV del CO que es de 25 ppm donde se determina que el riesgo a exposición de CO para este puesto de trabajo es bajo.

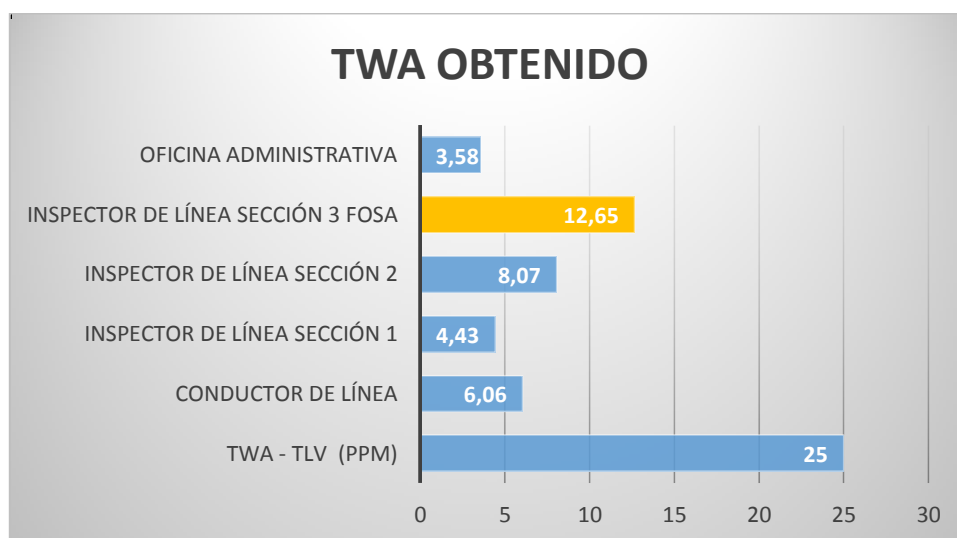
Tabla 19. Resultado medición de CO en oficina administrativa

Gases	Media Geométrica (ppm)	Valor Promedio (8 horas)	TWA - TLV (ppm)	STEL (ppm)	Riesgo
CO	3,12	3,58	25	-	BAJO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 se muestra el resultado del valor promedio para 8 horas de la medición de CO para el puesto de trabajo oficina administrativa el mismo que es de 3,58 ppm y es comparado para el TWA – TLV del CO que es de 25 ppm donde se determina que el riesgo a exposición de CO para este puesto de trabajo es bajo.

Figura 10. Resumen de la medición de CO en los puestos de trabajo



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se puede observar que el TWA más alto obtenido es el del inspector de línea sección 3 fosa con 12,65 ppm sin embargo no sobrepasa el TWA – TLV que es de 25 ppm para el CO por lo que se concluye que en este puesto de trabajo existe un riesgo medio.

Tabla 20. Comparación del TWA CO con el nivel de acción

Puesto de trabajo	TWA Obtenido	Nivel de acción	Nivel de acción
Inspector de línea sección 1	4,43ppm	12,5ppm	Bajo
Inspector de línea sección 2	8,07ppm	12,5ppm	Bajo
Inspector de línea sección 3 fosa	12,65ppm	12,5ppm	MEDIO
Conductor de línea	6,06ppm	12,5ppm	Bajo
Oficina administrativa	3,58ppm	12,5ppm	Bajo

Fuente: Elaboración propia

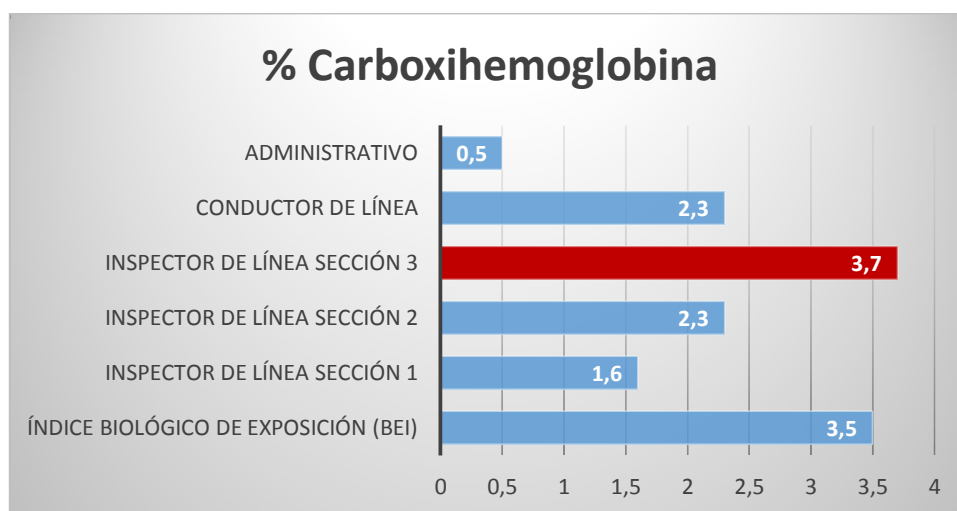
En tabla 20 se muestra una comparación del TWA obtenido con el nivel de acción [Ec. 2.3] donde se observa que el puesto de trabajo más afectado es el del inspector de línea sección 3 fosa.

Tabla 21. Resultado de Carboxihemoglobina en sangre

Cargo	% Carboxihemoglobina
Inspector de línea sección 1	1,6
Inspector de línea sección 2	2,3
Inspector de línea sección 3	3,7
Conductor de línea	2,3
administrativo	0,5

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Resumen Carboxihemoglobina en sangre



Fuente: Elaboración propia.

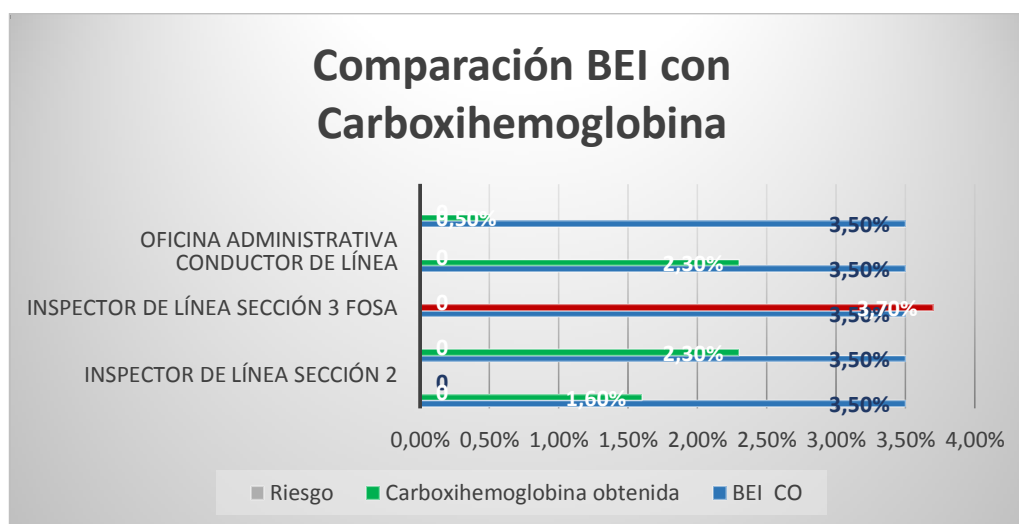
En la tabla 21 y figura 11 se puede observar que el porcentaje más alto obtenido de carboxihemoglobina es el del inspector de línea sección 3 fosa con el 3,7 % sobrepasando el BEI que es de 3,5% del CO.

Tabla 22. Comparación BEI con Carboxihemoglobina

Puesto de trabajo	BEI CO	Carboxihemoglobina obtenida	Riesgo
Inspector de línea sección 1	3,50%	1,60%	Bajo
Inspector de línea sección 2	3,50%	2,30%	Bajo
Inspector de línea sección 3 fosa	3,50%	3,70%	Alto
Conductor de línea	3,50%	2,30%	Bajo
Oficina administrativa	3,50%	0,50%	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Comparación BEI con Carboxihemoglobina



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 y figura 12 se puede observar que el porcentaje más alto obtenido de carboxihemoglobina es el del inspector de línea sección 3 fosa con el 3,7 %

sobrepasando el BEI que es de 3,5% del CO por lo que se concluye que en este puesto de trabajo existe riesgo alto.

3.4. PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Una vez evaluada la exposición laboral a monóxido de carbono en los diferentes puestos de trabajo, nos ayuda a direccionar un programa de prevención y control para reducir o eliminar la exposición a monóxido de carbono en el personal expuesto en el hangar de revisión.

3.4.1 Acondicionamiento del hangar de revisión

Se recomendará una reingeniería de los centros de revisión vehicular teniendo en cuenta cada uno de los riesgos especialmente el riesgo químico construyendo así a lugares con mayor ventilación.

Se exhortará a realizar los mantenimientos de los extractores e inyectores de aire de la fosa de revisión vehicular por lo menos cada seis meses.

3.4.2 Reducción del tiempo de exposición

Capacitar a todo el personal del hangar de revisión para realizar todas las actividades que se llevan a cabo en esta área para de esta manera promover puestos de trabajo rotativos.

3.4.3 Plan de capacitación

Diseñar un plan trimestral de capacitación para todo el personal con temas específicos de los efectos del monóxido de carbono en el organismo y como prevenirlos. La siguiente tabla muestra el cronograma de capacitaciones con los temas más relevantes a ser tratados.

Los responsables serán la unidad de seguridad y salud ocupacional (técnico y medico), y los miembros del comité paritario como coordinadores para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Tabla 23. Cronograma de capacitación

TEMAS	1 MES	2 MES	3 MES	RESPONSABLES
Monóxido de carbono (CO) características, fuentes de contaminación. Uso del equipo de protección.	x			Técnico de seguridad
Pausas saludables y su importancia. Vigilancia médica.		x		Médico SSO
Estrategias de prevención al monóxido de carbono			x	Técnico y Médico SSO

Fuente: Elaboración propia

Es importante el registro de asistencia de las capacitaciones para reprogramar las mismas para las personas que no asistieron además para poder evaluar los conocimientos adquiridos del personal operativo, de esta manera se ira implementando una cultura de prevención en los trabajadores y de esta manera mitigar el riesgo.

3.3.4 Equipo de protección personal

Es importante que el equipo de protección personal implementado sea el apropiado al tipo de actividad y cumpla ciertas especificaciones, pero en el mercado no existen cartuchos que permitan combatir la exposición a monóxido de carbono.

Por lo que de acuerdo a los protectores para gases que existen en el mercado, se debe asignar un respirador que cubra polvos, humos, neblinas, gases y vapores orgánicos, cloro, ácido clorhídrico, fluoruro de hidrogeno, dióxido de azufre, amoniaco, metilaminas, formaldehido, radio nucleídos, y otros.

Se propone los siguientes respiradores serie 6000 medio rostro con filtros reemplazables y que cumplan con las especificaciones (Ver anexo C)

Figura 13. Respirador de media cara serie 3m 6000



Fuente:3M

En relación a los respiradores estos deberán ser medio rostro con filtros para vapores orgánicos y gases ácidos, los filtros de las máscaras deberán ser remplazados cada seis meses o según lo que estipule el fabricante.

CAPITULO IV

DISCUSION

4.1 CONCLUSIONES

- Se identificó que los trabajadores más expuestos a monóxido de carbono son los que se encuentran ubicados en el hangar de revisión vehicular.
- Los trabajadores de la sección tres los que se encuentra en la fosa de revisión vehicular son los más afectados y son los que posee un riesgo medio.
- Se evaluó la exposición laboral a monóxido de carbono en cada uno de los puestos de trabajo dando como resultado que la exposición ambiental no sobrepasa el TLV de 25 ppm para el CO.
- Se realizó carboxihemoglobina en sangre de todos los trabajadores y los de la sección tres (fosa de revisión) presentan los valores de Índice Biológico de Exposición (BIE) en 3,7 % es decir sobrepasa los límites por lo que es necesario indagar cuales son los factores que influyen en el BEI para mantener esta elevación.

4.2 RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de capacitaciones para todo el personal.
- Capacitar a todo el personal del hangar de revisión en las diferentes actividades que se llevan a cabo en esta área para proponer que los puestos de trabajo sean rotativos.
- Proponer una nueva infraestructura para los Centros de Revisión Vehicular con mejor ventilación tomado en cuenta los diferentes riesgos y las medidas preventivas.

BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez F. (2012). *Salud Ocupacional y Prevención Guía Práctica*. (1era. Edición). Colombia: Diguiprint Editores E.U.
2. Asfahl C. (2000). *Seguridad Industrial y Salud*. (4ta. Edición). México: PRENTICE HALL.
3. Ashrae. *Fundamentals Handbook* (2001) (CD ed).
4. Cabaleiro V. (2007). *Prevención de Riesgos Laborales. Guía Básica de Información a los Trabajadores en Prevención de Riesgos Laborales*. (1era. Edición). España: Ideas Propias Editorial.
5. Carril A. et.al. (2015). *Manual de Higiene Industrial*. (2da. Edición). España: Edipack Grafico, S.L.
6. Creus A. (2011). *Seguridad e Higiene en el Trabajo un Enfoque Integral*. (1era. Edición). Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor.
7. Creus A. (2013). *Técnicas para la Prevención de Riesgos Laborales*. (CD.ed) Barcelona: Marcombo, S.A.
8. DANTON S.A. (2014a). *Manual de procedimientos*. CRV. Quito.
9. DANTON S.A. (2014b). *DANTON S. A. Plan de prevención CRV*. Quito.
10. DANTON S.A. (2014c). *DANTON S.A. Manual de calidad CRV*. Quito.
11. Falagán, R. (2005). *Higiene Industrial Aplicada "Ampliada"*. (1ra. Edición), España: Gráficas Varona, S. A.
12. González A. (2009). *Manual para la Prevención de Riesgos Laborales en las Oficinas*. (2º. Edición). Madrid: Fundación Confemetal.
13. González R. (2011). *Manual Básico Prevención de Riesgos Laborales*. (1era. Edición). Madrid: Paraninfo S.A.

14. Gómez G. (2010). *Todo Prevención de Riesgos Laborales*. (1era. Edición). Valencia: Edita CISS.
15. INSHT. (2006). *Higiene Industrial*. (4ta. Edición).Madrid
16. INEN. (2003), *Norma Técnica Ecuatoriana NTE: INEN 2349. Revisión Vehicular. Procedimientos* (1era. Edición), Quito.
17. Fundación MAPFRE. (1991). *Manual de Higiene Industrial*. (1era. Edición), España: Editorial MAPFRE S.A.
18. Mancera M. et.al. (2012). *Seguridad e Higiene Industrial*. (1era. Edición).Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
19. Olson K. (2004). *Poisoning y Drug Overdose*. (6ta. Edition). California: Mc Graw – Hill
20. Orozco C. et.al (2005). *Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química*.(1era. Edición), España: Thomson EDITORES
21. REMMAQ (2004). *Estudio Sobre Emisiones Vehiculares en la Ciudad de Quito*. (1era. Edición):Ecuador
22. Girard, 2012. Recuperado de: [http://www.enowenespanol.com//efevtos-containacion monóxido –carbono- info-315257/Laurence](http://www.enowenespanol.com//efevtos-containacion-monóxido-carbono-info-315257/Laurence). (Mayo, 2015)
23. 3M.TM (2015) Mascaras para gases y vapores. Recuperado de: <http://www.3mseguridadindustrial.cl/respirador-de-media-cara-6300-large/> (Junio, 2015)

Anexo A

Certificado de Calibración Monitor de Gases



Aeroqual Limited
109 Valley Road. Mount Eden, Auckland. New Zealand
Phone: +649-623 3013 Fax: +649-623 3012
www.aeroqual.com

Calibration Certificate No. 0075

Calibration Date: 13 August 2014

Model: MS2 Multi-Gas Sensor Head (CO, CO2, PID)

Serial No: MS2 1208140-002

Environmental Conditions

Temperature 24.70 °C

Relative Humidity 36.60 %

Measurements

Gas	CO	CO2	VOC	
Reference Zero Point /ppm	<0.5	<10	<0.5	
AQL Sensor Zero /ppm	0.0	3	0.0	
Reference Span Point /ppm	10.0	1600	15.5	
AQL Sensor Span	10.0	1604	15.5	

Calibration Reference Standard

The Aeroqual sensor is calibrated using certified mixtures of span gases and diluent air mixed using NIST traceable flowmeters.

QC Approval: 

Date: 13-08-2014

Anexo B

Matriz de Riesgos Laborales por Puestos de Trabajo

Anexo C
Máscara para gases y vapores