



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO



Instituto de
Posgrado

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

**FACTOR AMBIENTAL POR EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN EL
PERSONAL POLICIAL AL INTERIOR DE LOS VEHÍCULOS PATRULLEROS Y
MEDIDAS DE CONTROL**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de
Magíster en Higiene y Salud Ocupacional

Autor:

Franklin Eduardo Jumbo Sarango

Director:

Mgtr. Julio Alberto Pambabay Santacruz

IBARRA, ECUADOR

2023

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Resolución No. 001-073 CEAACES- 2013-13
INSTITUTO DE POSGRADO

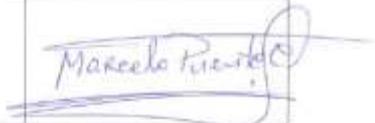
Ibarra, 5 de septiembre de 2023

Dra. Lucia Yépez V.
DIRECTORA DEL INSTITUTO DE POSGRADO

Asunto: Conformidad del trabajo final de grado

Señora Directora:

Nos permitimos informar a usted que en calidad de Director y Asesor hemos podido revisar el trabajo final de grado "FACTOR AMBIENTAL POR EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN EL PERSONAL POLICIAL AL INTERIOR DE LOS VEHÍCULOS PATRULLEROS Y MEDIDAS DE CONTROL." del maestrante Franklin Eduardo Jumbo Sarango ante lo cual certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Director	Mgr. Julio Alberto Pambabay Santacruz	
Asesor	Mgr. Pablo Marcelo Puente Carrera	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago entrega del presente Trabajo de Grado a la Universidad Técnica del Norte, para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 1718475153

APELLIDOS Y NOMBRES: Jumbo Sarango, Franklin Eduardo

DIRECCIÓN: Quito – Leonidas Dubles y E4B

EMAIL INSTITUCIONAL: fejumbos@utn.edu.ec

TELÉFONO MÓVIL: Teléfono Móvil: +593 99 333 3395

DATOS DE LA OBRA

Título: **FACTOR AMBIENTAL POR EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN EL PERSONAL POLICIAL AL INTERIOR DE LOS VEHÍCULOS PATRULLEROS Y MEDIDAS DE CONTROL**

Autor: Jumbo Sarango, Franklin Eduardo

Fecha: 05 de septiembre de 2023

PROGRAMA: PREGRADO X POSGRADO

TÍTULO POR EL QUE Magíster en Higiene y Salud Ocupacional

OPTA:

DIRECTOR / ASESOR Mgtr. Julio Alberto Pambabay Santacruz.

Mgtr. Pablo Marcelo Puente Carrera.

CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se ha desarrollado, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre de 2023

EL AUTOR:

Jumbo Sarango, Franklin Eduardo

C.C. 1718475153

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a:

- Mis padres Mariana y a la memoria de Mi Sub Sebastián (+), quienes me inculcaron los mejores valores y ejemplo para seguir con una visión de futuro. No alcanzaré toda mi vida para agradecerles.
- Mi esposa Lilian, a mis hijos Eithan y Thiago, quienes con su amor, comprensión, paciencia y esfuerzo me acompañaron a cumplir este sueño.
- Mis familiares, amigos y compañeros de la Policía Nacional quienes me dieron su apoyo incondicional durante este proceso, siendo dignos de esta dedicatoria

Franklin

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la vida, me orienta y guía mi camino, a mis padres quienes han sido el pilar fundamental en mi formación profesional, a mis hermanos y a toda mi familia gracias por darme ese apoyo incondicional.

A mis docentes de la Universidad Técnica del Norte (UTN), Ecuador por sus valiosos conocimientos brindados hicieron que pueda crecer día a día, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación e impulso incondicional para llegar a este logro académico.

A mis compañeros de trabajo de la Policía Nacional del Ecuador, por su comprensión y apoyo, en especial al personal policial del eje preventivo del Distrito de Policía Eugenio Espejo.

A todas las demás personas que me apoyaron e hicieron posible esta realización.

¡Gracias a todos!

Franklin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xiv
Palabras clave:	xiv
ABSTRACT	xv
Keywords.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	5
EL PROBLEMA	5
1.1 Problema de Investigación.....	5
1.2 Antecedentes.....	6
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo General	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 Justificación	13
CAPITULO II	15
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	15
2.1 Marco Teórico	15
2.1.1 Fuentes de contaminación atmosférica.....	15
2.1.1.1 Caracterización del Monóxido de Carbono (CO).....	17
2.1.1.2 Los Límites de Exposición Profesional.....	21
2.1.2 Higiene y Salud Ocupacional	27
2.1.2.1 Normativas y estándares de seguridad ocupacional	28
2.1.3 La auto contaminación de los habitáculos de los vehículos	30
2.1.4 Ergonomía	31
2.1.4.1 La cronoergonomía	32
2.1.5 Ciclo circadiano.....	33
2.1.6 Instrumentos de medición de la calidad del aire interior de un vehículo.....	33
2.1.6.1 El Equipo 7597 AZ EB	33
2.1.7 Asociación entre variables.....	36
2.1.8 El SPSS y las medidas de la correlación	38

2.2 Marco Legal.....	39
CAPÍTULO III	43
MARCO METODOLÓGICO	43
3.1 El contexto de la investigación	43
3.2 Enfoque y tipo de investigación.....	43
3.3 Procedimientos de investigación	46
3.3.1 Fase 1 (F1).....	47
3.3.2 Fase 2 (F2).....	49
3.3.3 Fase 3 (F3).....	53
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación	54
3.5 Población y Muestra	54
3.5.1 Los patrulleros.....	55
3.5.2 Los agentes policiales.....	55
3.6 Consideraciones bioéticas.....	56
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS Y DISCUSIONES	58
4.1 Condiciones de los puestos de trabajo para establecer factores que influyen en la exposición del CO	58
4.1.1 Mecanismos de los vehículos patrulleros	61
4.2 Cantidad de CO medida en cada patrullero	62
Caso P ₁ :.....	64
Caso P ₂ :.....	65
Caso P ₃ :.....	65
Caso P ₄ :.....	65
Caso P ₅ :.....	67
Caso P ₆ :.....	67
Caso P ₇ :.....	67
Caso P ₈ :.....	68
4.2.1 Resumen de todos los casos	69
4.3 Encuestas a la muestra de 213 agentes policiales.....	76
4.4. Discusión de resultados obtenidos en parejas de variables relacionadas a la muestra de 25 agentes policiales	81
Relación 1	82
Relación 2:	84
Relación 3: Pareja: Con-Med- Exp_CO:.....	85
Relación 5:	86
Relación 6:	87
Otras relaciones:.....	87
CAPÍTULO V	89
PROPUESTA	89

5.1 Título de la Propuesta	89
5.2 Datos informativos	89
5.2.1 Institución Ejecutora.....	89
5.2.2 Beneficiarios:	89
5.2.3 Ubicación:	89
5.3 Introducción de la Propuesta	89
5.4 Objetivo de la Propuesta.....	91
5.5 Alcance de la Propuesta.....	92
5.6 Medidas de Control de los Patrulleros para mejorar las Condiciones Laborales de los Servidores Policiales.....	92
5.6.1 Medida 1: Monitoreo el mantenimiento preventivo regular de los patrulleros:.....	92
5.6.2 Medida 2: Mejora en la construcción y uso de patrulleros adecuados:	93
5.6.3 Medida 3: Monitoreo de las condiciones de los patrulleros:	93
5.6.4 Medida 4: Implementación de sistemas de alerta temprana:	93
5.6.5 Medida 5: Programas de sensibilización y capacitación afiliados al patrullero:	93
5.6.6 Medida 6: Concienciación del personal policial ante riesgos por presencia de CO en el patrullero ...	94
5.6.7 Medida 7: Equipamiento de los patrulleros que permitan tomar decisiones urgentes	94
5.6.8 Medida 8: Incorporación de la TIC en el sistema de alerta temprana:	95
5.6.9 Medida 9: Programas de Campaña.....	96
5.6.10 Medida 10: Entrenamiento en gestión emocional y desarrollo de resiliencia.....	97
5.7 Plan de capacitación	98
5.7.1 Objetivo de la Actividad de Socialización:	98
5.7.2 Los Talleres de Capacitación.....	99
5.7.2.1 Taller 1: Concientización sobre presencia de CO en los patrulleros	99
5.7.2.2 Taller 2: Mantenimiento Preventivo de Vehículos Patrulleros: Cuidando tu Seguridad	100
5.7.2.3 Taller 3: Herramientas para el Bienestar Policial: Resiliencia y Autocuidado en el Trabajo.....	101
5.7.2.4 Taller 4: Comunicación Efectiva y Resolución de Conflictos en el Trabajo Policial: Claves para un Entorno Laboral Saludable.....	102
5.7.2.5 Taller 5: Respuesta Rápida: Primeros Auxilios y Rescate en el Trabajo Policial	103
5.7.2.6 Taller 6: Prevención de Fatiga y Somnolencia al Volante: Mantén la Alerta en tus Desplazamientos	104
CAPÍTULO VI.....	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
6.1 Conclusiones.....	107
6.2 Recomendaciones	110
REFERENCIAS	112
ANEXOS.....	118
Anexo 1	118
Descripción técnica de los vehículos patrulleros a medir las concentraciones de CO al interior del habitáculo.	118
Anexo 2	120

Riesgos al Monóxido de Carbono - Formularios de Google..... 120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definiciones reportadas por el INSST (2023).....	22
Tabla 2. Descripción de los valores límite y otros indicadores.....	23
Tabla 3. Valores límite por exposición al CO.....	24
Tabla 4. Categorías de riesgo según límites de concentración CO.....	26
Tabla 5. Definiciones asumidas en la NTE INEN 2204.....	29
Tabla 6. Especificaciones del equipo.....	36
Tabla 7. Formato de revisión para detectar funcionamiento de mecanismos del patrullero, antes de la medición.....	48
Tabla 8. Especificaciones generales de la flota vehicular Clase B, Tipo B-02. Marca KIA asignada al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023.....	59
Tabla 9. Kilometrajes recorridos por años de uso del vehículo.....	60
Tabla 10. Medición de concentración de CO de todos los patrulleros.....	70
Tabla 11. Patrulleros con índice alto de VLA-EC.....	74
Tabla 12. Cruce de variables: Género, Edad y Experimentación de Síntomas.....	77
Tabla 13. Tabla cruzada construida en base a la edad, número de horas dentro del patrullero y experimentación de síntomas relacionados con el patrullero.....	78
Tabla 14. Cruce de las variables conoce los riesgos (Con_riesg), medidas e incidentes relacionados con el CO.....	79
Tabla 15. Cruce de variables síntomas, género y cantidad promedio de CO medida en cada patrullero.....	81
Tabla 16. Resultado de la correlación entre la experimentación de síntomas y la cantidad de CO presente en el patrullero.....	83
Tabla 17. Resultado de la correlación entre el género del policía y la cantidad de CO presente en el patrullero.....	85
Tabla 18. Correlaciones entre las variables Exp_CO, Con-Med, Con_riesg y Con_Inc y sus correspondientes valores de probabilidad.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características del equipo 7597 AZ EB.....	34
Figura 2. Medidor portátil de calidad del aire interior (IAQ)	35
Figura 3. Secuencia de pasos a utilizar en el SPSS para analizar correlaciones biseriales	39
Figura 4. Ubicación del Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador.	43
Figura 5. Fases de la Investigación	47
Figura 6. Punto de muestreo dentro del patrullero: primer escenario	63
Figura 7. Punto de muestreo del patrullero: Segundo escenario	63
Figura 8. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₁	64
Figura 9. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₂	65
Figura 10. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₃	66
Figura 11. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₄	66
Figura 12. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₅	67
Figura 13. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₆	68
Figura 14. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₇	68
Figura 15. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P ₈	69
Figura 16. Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes: todos los casos	71

FACTOR AMBIENTAL POR EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN EL PERSONAL POLICIAL AL INTERIOR DE LOS VEHÍCULOS PATRULLEROS Y MEDIDAS DE CONTROL

Autor:

Franklin Eduardo Jumbo Sarango

Director:

Mgtr. Julio Alberto Pambabay Santacruz

RESUMEN

Los agentes policiales que utilizan patrulleros enfrentan riesgos debido a exposiciones al monóxido de carbono (CO). Sobre esta problemática, se desarrolló esta investigación con un enfoque cuantitativo, tipo descriptivo-correlacional, de campo y transversal, para evaluar la exposición al CO del personal policial al interior de vehículos patrulleros y establecer medidas de control en el Distrito Policial “Eugenio Espejo”, Zona 9-DMQ, Quito-Ecuador-2023. Los objetivos específicos fueron: Diagnosticar las condiciones de puestos de trabajo y factores que influyen en la exposición del CO; Determinar la exposición al CO del personal policial según límites permitidos; y Proponer medidas de control para mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales. Una lista de chequeo permitió determinar las condiciones de ocho patrulleros marca KIA: cilindraje, tipo de combustible, kilometraje, condiciones de puertas, otros. Para determinar la exposición al CO del personal policial, se aplicó una encuesta estructurada tipo Forms a una población de 602 policías y fue respondida por 213 agentes, destacando a 25 que fueron interrogados al momento de desocupar determinados patrulleros donde se midió la concentración de CO mediante un medidor portátil 77597AZ EB. Se compararon niveles de exposición al CO, según tabla INSST 2023, y entre los resultados destacan dos casos ligados a hipótesis sustentadas en correlaciones biseriales, al 5% de significación: (a) no existe una relación significativa entre la presencia de síntomas de los agentes policiales en patrulleros y la cantidad de CO expuestos, aunque el valor de correlación $r = -0,355$ indica relación inversa moderada; y (b) predomina la consideración de riesgo alto en función de la cantidad de CO alojada en los patrulleros, pero no se reportan síntomas preocupantes. Los resultados permitieron formular medidas diseñadas para controlar riesgos asociados con presencia de valores altos de CO en los patrulleros, lo cual permite mejorar las condiciones laborales del cuerpo policial.

Palabras clave: Factor Ambiental, Monóxido de Carbono, Personal Policial, Patrulleros.

ENVIRONMENTAL FACTOR FOR EXPOSURE TO CARBON MONOXIDE IN POLICE PERSONNEL INSIDE PATROL VEHICLES AND CONTROL MEASURES

Autor:

Franklin Eduardo Jumbo Sarango

Director:

Mgtr. Julio Alberto Pambabay Santacruz

ABSTRACT

Police officers using patrol vehicles face risks due to carbon monoxide (CO) exposures. On this problem, this research was developed with a quantitative, descriptive-correlational, field and cross-sectional approach, to evaluate the exposure to CO of police personnel inside patrol vehicles and establish control measures in the "Eugenio Espejo" Police District, Zone 9-DMQ, Quito-Ecuador-2023. The specific objectives were: Diagnose the conditions of work places and factors that influence the exposure of CO; Determine CO exposure of law enforcement personnel according to allowable limits; and Propose control measures to improve the working conditions of police officers. A checklist made it possible to determine the conditions of eight KIA patrol cars: cylinder capacity, type of fuel, mileage, door conditions, and others. To determine the exposure to CO of police personnel, a Forms-type structured survey was applied to a population of 602 police officers and was answered by 213 agents, highlighting 25 who were questioned when leaving certain patrol cars where the concentration of CO was measured by a 77597AZ EB portable meter. Levels of exposure to CO were compared, according to the INSST 2023 table, and among the results, two cases linked to hypotheses supported by biserial correlations stand out, at 5% significance: (a) there is no significant relationship between the presence of symptoms of the agents patrol cars and the amount of CO exposed, although the compensation value $r = -0.355$ indicates a moderate inverse relationship; and (b) the consideration of high risk predominates based on the amount of CO housed in the patrol cars, but worrisome symptoms are not reported. The results allowed formulating measures designed to control risks associated with the presence of high CO values in patrol vehicles, which allows improving the working conditions of the police force.

Keywords: Environmental Factor, Carbon Monoxide, Police Personnel, Patrol Vehicles.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual existen diversos factores que contribuyen a la producción de monóxido de carbono (CO), un elemento químico cuya presencia en el ambiente preocupa a los ciudadanos porque frecuentemente padecen de diversas enfermedades a consecuencia de este gas tóxico.

Dado que el CO es inodoro e incoloro, es bien sabido que la exposición a este tipo de elemento químico ambiental puede ocurrir sin que el afectado se dé cuenta (López, 2020), debiendo tomarse en cuenta que su presencia en grandes cantidades puede resultar peligrosa, particularmente si la exposición a este gas es prolongada (López Forero et al., 2019).

La situación se complica cuando se está expuesto a este químico en lugares cerrados, lo cual convoca la toma de acciones urgentes para mitigarlo (Sagay, 2016; Cevallos-Gallegos, 2023), siendo recomendable alejarse de estos espacios para evitar inhalarlo y así evitar atravesar por ciertas situaciones que afectan a la salud humana.

Entre los lugares cerrados donde comúnmente se encuentra alojado el CO, en cantidades riesgosas, se pueden mencionar los habitáculos de los vehículos, sobre todo cuando sus estructuras presentan un franco deterioro por cuestiones de antigüedad o, por tener problemas con sus motores y tubos de escape, lo cual permite que este gas ingrese al interior del vehículo. Igualmente, se puede correr riesgos de ser contaminados por el CO por problemas de filtros o de sellos que no hermetizan al vehículo o, porque existe deterioro de mecanismos de puertas y ventanas en su funcionamiento.

Estudios como los de Velepucha-Sánchez y Sabando-Piguabe (2021); Sagay (2016) y Cruz Lainez (2016) aseguran que los motores de los vehículos están entre las principales fuentes de emisión de CO, por cuanto no queman completamente el combustible que requiere para su funcionamiento, provocando efectos nocivos para la salud de quienes le inhalan, pudiendo ser mortal al ser absorbidos en cantidades significativas y por tiempos prolongados (Consumer Product Safety Commission, United States (CPSC, 2023).

En este orden de ideas, se destaca que cuando se descubre un problema en el motor de un automóvil y se detecta una cantidad considerable de CO dentro de estos vehículos, se deben tomar medidas urgentes, destacando la necesidad de reducir este riesgo que obliga a la realización de mantenimientos permanentes de estas unidades, sobre todo ante situaciones no controladas respecto a los sistemas de escape en mal funcionamiento (Revathi et al., 2019, Velepucha-Sánchez & Sabando-Piguabe, 2021; Sagay, 2016; Cruz Lainez, 2016).

Los problemas referidos por mal funcionamiento de los motores de los vehículos o de los equipos de combustión que existen en los hogares o industrias, también son mencionados por Oquendo Gómez et al. (2022), quienes señalan que este compuesto CO impacta a la salud de la ciudadanía.

En términos de salud ocupacional el problema es grave, especialmente para quienes utilizan vehículos a motor o trabajan en complejos industriales donde existe una mayor probabilidad de producir CO y estar expuestos a niveles más altos de este químico que quienes trabajan en áreas alejadas de los procesos de combustión.

Esta problemática es enfrentada por muchos ciudadanos como el caso de agentes policiales quienes normalmente se ven obligados a transitar por esta situación de exposición a este contaminante atmosférico. al momento de encontrarse a bordo de un patrullero durante el cumplimiento de sus funciones.

En este sentido, esta investigación centró su atención en esta problemática frente a una evaluación de la exposición al CO del personal policial, sobre todo en el momento de permanecer al interior de los vehículos patrulleros que utilizan para sus labores rutinarias.

En este orden de ideas, se concreta esta investigación proponiendo medidas de control dirigidas a la fuente, con el fin contribuir con la solución de esta problemática presente en el personal que labora en el Distrito de Policía “Eugenio Espejo”, de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, en las cuales se observaron cantidades considerables de este gas tóxico en varias unidades de patrullaje, que por cierto tienen varios años de antigüedad, pudiendo haber sufrido desgastes mecánicos y estar sujetas a procesos de mantenimiento poco especializados,

por el hecho de estar en un constante funcionamiento que demanda de la sustitución de piezas mecánicas muchas veces de poca durabilidad o de marcas inadecuadas.

Atendiendo al objetivo previamente enunciado y tomando en cuenta la medición de la presencia de CO en las patrullas policiales pertenecientes al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la zona 9-DMQ de Quito, esta investigación se estructuró en los siguientes Capítulos:

El Capítulo I se refiere al Problema de Investigación, abordándose de manera detallada y secuenciada el problema de la exposición al CO en el personal policial al interior de vehículos patrulleros y todos los demás elementos que guiaron a la construcción de los objetivos y la justificación de su desarrollo.

El Capítulo II contempla lo relacionado con el Marco Teórico-Referencial, donde se presenta una revisión exhaustiva de la literatura sobre la exposición al CO en vehículos patrulleros, y demás temas y subtemas que sustentan los objetivos planteados.

El Capítulo III describe el Marco Metodológico, en el que se detalla la metodología utilizada en la investigación, la muestra, las técnicas, instrumentos de investigación, el procedimiento, y las bases bioéticas.

El Capítulo IV presenta los Resultados obtenidos junto con las Discusiones, a partir del análisis de los datos recopilados en la medición de la presencia de CO en los patrulleros tomando como base una serie de elementos descriptivos relacionados con el cuerpo policial y el procesos de pruebas de hipótesis establecidas bajo la consideración de correlaciones biserialadas

El Capítulo V presenta la Propuesta de medidas de control dirigidas a la fuente, a fin de mitigar los riesgos asociados con la exposición al CO en los vehículos patrulleros. En la misma se plantea el objetivo de la propuesta, el contexto, su alcance y se detallan las medidas preventivas para mitigar los riesgos por la presencia de CO en los vehículos patrulleros. También se describe un plan de capacitación pormenorizado con el fin de crear espacios de garantía en la ejecución de las medidas, incluyendo hasta el tratamiento de aspectos ligados

con la concreción de policías resilientes, todo en función de los resultados obtenidos y enfatizando la importancia de mejorar las condiciones de los patrulleros por ser un espacio vital para el desempeño de sus funciones.

Posteriormente, en el Capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones, donde se sintetizan los principales resultados de la investigación en base a los objetivos afiliados a las fases de investigación, así como se abren espacios para futuras investigaciones relacionadas con la temática de esta indagación.

Por último, se presentan las Referencias utilizadas en la investigación, siguiendo las normas de citación y referencias previstas en APA 7, y los Anexos correspondientes.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Problema de Investigación

La contaminación química producida en ambientes cerrados se debe principalmente a la presencia de residuos o subproductos de gases líquidos o sólidos, los cuales suelen representar un alto riesgo para la salud humana. Entre estos contaminantes se encuentra el CO que se produce como consecuencia de una combustión incompleta de carburantes convencionales como la gasolina y el gasoil (Castillo Corchado, 2021).

Se sabe que la inhalación de este gas puede resultar tóxica cuando se produce y aloja en cantidades altas dentro de los habitáculos de los vehículos a motor (Oquendo Gómez et al., 2022). También se sabe que, si los vehículos con combustión interna tienen problemas en el funcionamiento de su motor, existe el riesgo de comprometer la salud y la seguridad laboral de los usuarios de estos medios de transporte (López, 2020), sobre todo en el personal policial que requiere estar durante tiempos prolongados en esos vehículos durante sus funciones laborales.

Autores como la CPSC (2023), Ospina et al. (2020) y Al-Matrouk et al. (2021) dan cuenta de que el envenenamiento por CO es una causa común de muerte prematura, destacando que esta causa reporta, aproximadamente, casi 5 muertes por millón de personas en el mundo. Reportan, también, sobre la necesidad de una educación sanitaria, con énfasis en prevención y el mantenimiento adecuado.

Como se observa, la problemática en referencia no escapa a realidades, como las ecuatorianas donde quienes ejercen roles como agentes policiales corren el riesgo de inhalar CO al momento de cubrir sus rutinas de trabajo que incluyen traslados continuos y prolongados mediante rondas en las que tienen la necesidad de utilizar vehículos patrulleros que, en este caso, no se perfilan con diseños adecuados.

En este sentido, el escape de gases tóxicos hacia sus habitáculos representa una situación caótica para quienes tienen la necesidad de utilizar patrulleros para cumplir con sus

actividades cotidianas, sobre todo cuando les corresponde hacer procedimientos que demandan la permanencia en esos vehículos durante largos períodos o, en condiciones de tráfico intenso, donde el riesgo de exposición al CO se potencia (Velepucha-Sánchez y Sabando-Piguabe, 2021; Sagay, 2016; Cruz Lainez, 2016).

Entre las manifestaciones que suelen observarse por la inhalación del CO presente al interior de los patrulleros se pueden mencionar náuseas y mareos, pudiendo ocurrir hasta procesos letales prematuros (Al-Matrouk et al., 2021); esto también es respaldado por autores como la CPSC (2023) al mencionar que la inhalación de CO tiene efectos graves para la salud humana, y que al articularse con la fatiga o con el estrés asociado con el trabajo policial, la situación se torna crítica, sobre todo al no contarse con planes de acción sistemáticos que mitiguen estos riesgos y colocan a este personal en situación de inseguridad por no estar lo suficientemente capacitado a seguir recomendaciones diseñadas por expertos en salud ocupacional.

A tal efecto, se hace imperativa la atención de planes de acción dirigidos a mitigar riesgos por exposición al CO, sobre todo en el caso de los usuarios de los patrulleros policiales, quienes por requerimientos de su labor, deben utilizarlos en sus rutinas de trabajo. De no atenderse, eso puede decantar en la adquisición y desarrollo de enfermedades y hasta muertes prematuras. Por lo tanto, se debe apostar a la existencia de garantías que permitan contar con planes de mantenimiento adecuado de los vehículos patrulleros, habida cuenta de la existencia de casos que carecen de sistemas de escape óptimos o de falta de filtros o sellos que hermeticen a la estructura mecánica de los patrulleros.

1.2 Antecedentes

Las manifestaciones clínicas de la intoxicación por CO suelen ser inespecíficas, dependiendo de factores como: (a) concentración del CO inspirado; (b) tiempo de la exposición a la presencia del gas; y (c) estado de salud general del sujeto que se expone: estado físico y eficiencia de la respiración (Al-Matrouk et al., 2021).

Tales autores también indican que el envenenamiento por CO puede ser asintomático a una concentración en sangre de menos del 10%, pero si este porcentaje está por encima de ese

valor, es muy probable que se desarrollen síntomas como náuseas, dolor de cabeza, visión borrosa, debilidad, confusión y mareos, señalando que ante una exposición continua al CO, con altos niveles de concentración, de inmediato ocurren pérdidas del conocimiento, síncope, arritmias, convulsiones, coma e incluso la muerte.

Sobre la base de preceptos como los anteriores, se han desarrollado investigaciones cuyo objeto de estudio es el CO y su impacto en la salud de quienes le inhalan en cantidades importantes o por tiempos prolongados, gestándose la emergencia de construcción de medidas de mitigación afiliadas a este riesgo, lo cual representa un problema de carácter público que, entre otras cosas, genera daños de salud a veces irreversibles.

En un estudio desarrollado por Sagñay (2016) en Guayaquil, Ecuador, se señala que “El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores” (p. v), provocando efectos dañinos que impactan en la salud humana, entre ellos menciona al CO. Basado en que la población urbana sigue en constante crecimiento y asociado a ello también se incrementa el número de unidades de transporte, destacan que la emisión de gases contaminantes sube a ritmos vertiginosos, haciendo imperativo el cumplimiento de las políticas públicas que se han escrito al respecto, en virtud de la necesidad de mejorar la calidad del aire que respiran los seres humanos.

Sagñay (2016) investigó “las emisiones vehiculares directas de gases efecto invernadero en la ciudad de Guayaquil, por medio de un método de estimación propuesto por las directrices del IPCC-2006” (p. v) y concluyó que el costo social y económico que genera la contaminación ambiental producida en los vehículos que transitan por esa ciudad requiere ser minimizada, indicando la necesidad de aprovechar programas y herramientas que, a propósito de la problemática, existen en otras ciudades y países que atraviesan por esta misma situación.

En un estudio realizado por Velepucha-Sánchez y Sabando-Piguabe (2021), sobre la presencia de gases contaminantes en vehículos del parque automotor de una universidad ecuatoriana, declaran haber aplicado un enfoque cuantitativo que se llevó a cabo bajo un diseño cuasi experimental. Los datos se tomaron en una muestra de 10 vehículos a gasolina donde se realizaron mediciones con apoyo de instrumentos tecnológicos que permitió analizar la cantidad de CO presente en ellos. Verificaron que el 90% de esos vehículos satisface lo

normado en la NTE INEN 2204 (Norma Técnica Ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normalización, N.º 2204, 2002) y concluyeron que “los valores resultantes son producto de las condiciones del motor de los vehículos y su vida útil alargada, dado el mantenimiento que se les proporciona en los centros de mantenimiento” (p. 78).

Un estudio realizado en Riobamba-Ecuador, por Almeida Padilla y Barreno Palomino (2022) sobre la concentración de CO y CO₂ en el habitáculo de 20 vehículos marca KIA, utilizaron dos instrumentos de medición: IAQ Testo 440 junto con sondas de CO y CO₂. Se recopilaron datos y utilizaron procedimientos de prueba descritos en la norma interestatal rusa VIAQ GOST 33554 - 2015, modificando algunos parámetros meteorológicos especificados en la norma. Al final, concluyeron que el funcionamiento adecuado del climatizador de los vehículos puede reducir significativamente las concentraciones de CO en el habitáculo. Asimismo, observaron una reducción significativa de este contaminante al emplear filtros en el habitáculo de estos vehículos. Por lo tanto, recomendaron realizar mantenimientos correspondientes a estos sistemas y componentes para garantizar su adecuado funcionamiento y la disminución de los contaminantes en dichos habitáculos.

Cevallos Gallegos (2023) realizó un estudio cuantitativo, descriptivo, transversal y observacional en Ecuador con el objetivo de encontrar variables de riesgo asociadas con la exposición al humo durante la producción de carne ahumada y determinó que ninguno de los trabajadores tenía problemas respiratorios, a pesar de haber encontrado concentraciones de CO y CO₂ por encima de los límites permitidos. A tal efecto, estableció un enfoque preventivo de control y planificación de la gestión de riesgos para garantizar la salud de los trabajadores y el uso adecuado de equipos de protección individual durante todo el proceso de ahumado de la carne.

A nivel de noticias de prensa, la redacción de Quito de EL Telégrafo (2020) reportó que, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, dos (2) policías fueron encontrados sin vida dentro de un patrullero. Previo al suceso, los mismos fueron visto dormidos en el vehículo, pero cuando las autoridades notaron su ausencia se confirmó que los policías habían fallecido debido a la inhalación de CO.

También el año anterior, El Comercio (2019) reportó muertes de uniformados de la Policía Nacional por inhalación de CO, indicando que el hecho ocurrió justo dentro de un patrullero encontrado cerca de Carcelén, norte de Quito, Ecuador.

En fuentes oficiales, se precisó información emitida por la Policía Nacional del Ecuador (2022), donde se indica que, a nivel nacional, 14 servidores policiales fueron encontrados sin vida en el interior de patrulleros, entre los años 2014-2021. De este total, 2 casos se han suscitado en el Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ.

A nivel internacional, también existe un importante número de investigaciones que aborda las consecuencias de inhalación de CO en diversos aspectos y situaciones. Estos estudios reportan información asociada con esta anomalía y abrieron espacio para el establecimiento de normas y procesos a nivel nacional e internacional. Todo esto resultó determinante al momento de construir una propuesta de acciones de mitigación en esta problemática particular.

Previamente, se hace necesario advertir que, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la exposición a contaminantes atmosféricos provoca 7 millones de muertes cada año, siendo las enfermedades respiratorias, las cardiopatías y los accidentes cerebro vasculares las principales causas de muerte prematura. En este sentido, es oportuno tener en cuenta que esta organización ha construido nuevas directrices adscritas a la calidad del aire que se respira (OMS, 2021; 2022), acotando que las recomendaciones incluyen la reducción de las concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos, como el CO. Bajo este preámbulo, es el momento de hacer mención a nuevos hallazgos derivados de investigaciones realizadas fuera de Ecuador.

Por su parte, Castañeda et al. (2008) señalan que la intoxicación por CO es una patología médica común en los servicios de urgencias, pero a menudo pasa desapercibida debido a la presentación clínica poco delimitada. Especifican que, como este gas carece de color y olor, y no irrita, parece inofensivo pero cuando se adhiere a la hemoglobina dificulta el transporte de oxígeno a los tejidos. En este sentido, presentan un caso de síndrome coronario agudo asociado a una grave intoxicación por CO que afectó a la citocromo-oxidasa y generó una disfunción multiorgánica, especialmente del sistema nervioso central. Aunque la

afectación cardiovascular es menos común, constituye un riesgo poco conocido entre los profesionales sanitarios.

Sosteniendo que los vehículos que utilizan combustibles fósiles como la gasolina y el gasóleo se encuentran entre los principales productores de CO, Buitrago & Velásquez Riaño (2014) asienten que los riesgos laborales asociados a este gas se atribuyen a trabajos como el desplegado por taxistas, policías de tráfico, trabajadores de cabinas de peaje y empleados de gasolineras. Cobijados por esta realidad, emprendieron una investigación centrada en el análisis de riesgos laborales para una zona de estudio en la que existen fuentes fijas y móviles de CO, utilizando la técnica de isoconcentración para mostrar gráficamente, la concentración del contaminante y un detector que opera con tecnología de sensor infrarrojo no dispersivo.

Calculando riesgos relacionados con la concentración de CO y los valores límite establecidos, tanto por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), agencia del gobierno de los Estados Unidos que se dedica a promover y regular la seguridad y salud en el lugar de trabajo, y la OMS (2021), tales autores concluyeron que observaron un riesgo aceptable respecto a las concentraciones de CO, apoyados en un mapa de riesgo donde se evidencia un coeficiente de peligrosidad inferior a uno (1) en toda la zona de estudio.

En una revisión bibliográfica realizada por Bolaños Morera y Chacón Araya (2017), en Costa Rica, destacan varios aspectos y entre ellos describen procesos ligados con la fisiopatología, donde hacen referencia a la carboxihemoglobina (COHb) que se produce cuando se combinan la hemoglobina con el CO. Indican que este gas ocupa los espacios del oxígeno y lo desplaza en el transporte sanguíneo, lo cual produce trastornos del metabolismo celular, además de hipoxia tisular y otros signos, incluyendo muertes prematuras.

Esta información es vital para invitar a testear la concentración de la COHb en sangre y la cantidad de oxígeno en los tejidos, ante peligros eminentes por alta presencia de CO en determinados lugares cerrados. Su atención obliga a tener presente una serie de valores que sirven de base para la construcción de tablas de concentración del COHb que se complementan con la descripción de síntomas y signos que incluyen estadios que van desde un deterioro de la orientación temporal y de las facultades psicomotrices, hasta la

materialización de depresiones, alteraciones cardiovasculares y visuales, convulsiones, comas, paros cardiorrespiratorios y hasta la muerte del sujeto.

Análogamente, Guirola et al. (2019), demostraron que, desde el punto de vista fisiopatológico, al formarse la COHb disminuye el porcentaje de oxígeno circulante en sangre, produciendo la recién mencionada la hipoxia tisular.

Sánchez et al. (2019) estudiaron problemas respiratorios agudos relacionados con el CO en Colombia. Destacan, una vez más, lo peligroso que resulta este gas para la salud, señalando que tiene una afinidad por la hemoglobina entre 200 y 250 veces mayor que la del oxígeno. Esto lo hace peligroso porque reduce la cantidad de oxígeno que llega a los tejidos y, al combinarse con la hemoglobina, provoca una hipoxemia grave.

Señalan, además, que en los Estados Unidos se producen 16 casos de intoxicación por CO, por cada 100.000 personas al año, y más de dos tercios de estos casos -los que acaban en víctimas mortales- ocurren en los hogares. Indican que alrededor del 50% de los casos que llegan a los servicios emergentes son por anoxia que se produce cuando el oxígeno que llega a los tejidos humanos es insuficiente o se reduce considerablemente.

Revathi et al. (2019) certifican que el CO es uno de los principales causantes de la contaminación atmosférica vehicular que empeora la calidad del aire urbano. Midieron las emisiones de CO a distintas horas del día en los edificios de una universidad de la India y descubrieron que la concentración es mayor en los días de descanso laboral, debido al aumento de automóviles, identificando a la comisaría de policía y la escuela de ingeniería como las de mayores concentraciones. Están preocupados por la circulación de automóviles en ese campus, lo que repercute negativamente al medio natural y al patrimonio de la universidad, aunque estos valores se mantuvieron dentro de los parámetros definidos por la agencia estatal que supervisa la gestión medioambiental en la nación.

En Colombia, Amaya-Ávila et al. (2021) realizaron un estudio en agentes de la policía nacional de ese país. Apoyados en una metodología cualitativa, encontraron problemas frecuentes con este servicio y desde allí formularon estrategias que ayudan al uso de la tecnología en la toma de decisiones. Una de sus conclusiones destaca que "la capacidad

adaptativa del sistema policial, en correspondencia con los objetivos institucionales y de país" (p. 47) es un componente crucial pero ajustable al desarrollo de la cibernética social, permitiendo la adopción de nuevos modelos sistémicos de atención.

Se cierra esta sección reportando una investigación realizada por Rutchik et al. (2021) en los Estados Unidos, refiriéndose a un hombre de 53 años, previamente sano que enfermó tras exponerse a CO mientras realizaba un ejercicio físico extenuante, mostrando la prevalencia de parkinsonismo y encefalopatía. Los episodios neurológicos acompañantes de este sujeto ahora enfermo pueden iniciarse inmediatamente después de cesar la exposición o, tras un breve periodo de pseudo recuperación, según la información facilitada. Como resultado, descubrieron que las alteraciones neuropatológicas y funcionales específicas causan temblores distintivos de tipo postural/intencional. Asintieron: (a) una hipoxia tisular para hacer referencia a la disminución de oxígeno en los tejidos del cuerpo, lo cual es esencial para el funcionamiento adecuado de las células; y (b) alteraciones neuropatológicas y funcionales que revelaron una encefalopatía tóxica con componentes de temblor en reposo, postural y cinético/intencional.

Resumiendo lo que precede, respecto a los antecedentes tanto nacionales como internacionales, se puede asegurar que todas las investigaciones consultadas resaltan que inhalaciones importantes y sostenidas de CO producen riesgos en la salud de los sujetos, especialmente en casos donde este gas es inhalado en cantidades altas y por tiempos prolongados.

Interesando los riesgos que corre el personal policial al tener la necesidad de utilizar patrulleros para el ejercicio de sus funciones, durante varios días y muchas horas al día, y considerando que en Ecuador se han presentado casos de policías encontrados sin vida, debido a la presunta inhalación de CO dentro los patrulleros, esta investigación otorga respuestas que van desde el diagnóstico de las condiciones de los puestos de trabajo del cuerpo policial que presta sus servicios en el Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023, hasta la proposición de medidas de control del factor riesgo dirigidas a mejorar las fuentes contenedoras o productoras de este gas tóxico, lo cual impacta en las condiciones laborales de estos servidores policiales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la exposición al monóxido de carbono del personal policial al interior de vehículos patrulleros para establecer medidas de control.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones de los puestos de trabajo para establecer factores que influyen en la exposición del CO.
- Determinar la exposición al monóxido de carbono al personal policial, para establecer si sobrepasan los límites permitidos en base a normas.
- Proponer medidas de control del factor riesgo, para mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales.

1.4 Justificación

Cuando el CO se expone a altas concentraciones y durante largos periodos de tiempo, la inhalación de este gas sigue siendo un problema de salud pública y un peligro, tanto para los seres humanos, como para otros seres vivos. Por ello, resultó importante seguir abordando soluciones a este tipo de situaciones hasta concretar medidas reales dirigidas a mitigar el grave problema que acontece en torno a esta situación ambiental.

Al actuar sobre la base de este precepto, urge la toma de decisiones ante la moderada, alta o extrema presencia de CO en espacios cerrados como los que se corresponden con los habitáculos de los vehículos patrulleros adscritos al Distrito Eugenio Espejo de Quito, Ecuador, Zona 9, lo cual resulta suficiente para justificar el desarrollo de una propuesta conformada por una serie de medidas dirigidas a mitigar el impacto, de manera asistida, de este grave problema que aqueja a este grupo policial motivo de investigación.

Por tanto, las medidas propuestas en este estudio emergieron como consecuencia de conocer los resultados de evaluación sobre la certificación de presencia de CO en los habitáculos de los patrulleros activos de ese distrito, donde la mayoría se clasificó como de riesgo alto, criterio tomado sobre la base de una tabla de clasificación de riesgo por presencia de CO construida en función de referenciales emitidos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, de España ([INSST], 2023) y otras instancias reguladoras.

El llamado a poner en escena a la serie de acciones perfiladas en la propuesta creada, se acompaña con un plan de capacitación inspirado en la necesidad de contar con un cuerpo policial que debe estar atento a la aplicación y sostenimiento de estas medidas a lo largo del tiempo, sin cerrar la posibilidad de cambiarlas, robustecerlas o mejorarlas en función de la aparición de nuevas realidades que pudieran seguir afectando la tranquilidad de la ciudadanía.

Se aspira que cuando se desarrollen los procesos de capacitación afiliados a la propuesta se actúe en correspondencia con el goce de una buena salud integral, sin abandonar las normativas legales vigentes en esta materia.

En este orden de ideas, todo este estudio se justifica siempre que se promueva en circunscripción con leyes, reglamentos y normativas vigentes en Ecuador, las cuales también contemplan varios aspectos del compendio de medidas propuestas para mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo anteriormente mencionado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

A continuación, se presenta un repertorio teórico referencial en concordancia con los postulados de los objetivos que servirán de sustento para las interpretaciones de datos relacionados con riesgos asociados a la exposición al CO que tiene que afrontar el cuerpo de policías ante la necesidad de utilizar con frecuencia vehículos patrulleros en el cumplimiento de sus funciones de patrullaje.

2.1 Marco Teórico

En primera instancia, se hace necesario perfilar un compendio de aspectos básicos obtenido de una revisión exhaustiva de la literatura visible presente en la web, para luego avizorar aquellos elementos que sirvieron de base para delinear postulados y tomar decisiones relacionadas con la medición de la presencia de CO en los habitáculos de los patrulleros de la zona correspondiente a este estudio.

2.1.1 Fuentes de contaminación atmosférica

Diversos contaminantes, de origen antropogénico, como los derivados del transporte aéreo, marítimo y por tierra, se combinan para formar la denominada contaminación atmosférica. Igual ocurre con contaminantes provenientes del sector productivo, incluyendo empresas e incineradoras, la calefacción doméstica y otras actividades humanas, como el uso irresponsable de agroquímicos en la agricultura. Cada uno de ellos supone un riesgo latente para los servicios ambientales y al combinarse concretan una contaminación atmosférica que suele deteriorar la salud humana (Semjen, 2020; Toapanta, 2018).

Estos factores antropogénicos son definidos como elementos o acciones relacionados con la actividad humana que desencadenan impactos significativos en el ambiente y, por ende, en la salud que se ve afectada por factores como la quema de combustible, la tala indiscriminada, los vertidos de aguas residuales sin tratar, la contaminación industrial y el uso excesivo de recursos naturales. Todos estos elementos afectan a la salud de los ecosistemas y se suman a una mezcla que da lugar a una contaminación atmosférica sin precedentes, la cual

aumenta las temperaturas y repercute, por ejemplo, en la calidad del agua dulce y del aire (Mora et al., 2021).

La OMS (2021; 2022) ha establecido directrices sobre la calidad del aire para controlar la cantidad de CO en el ambiente, todo ello sobre la base de promover medidas para reducir la exposición a este contaminante. Afirma que estas medidas pueden reducir tanto la carga de morbilidad como los accidentes cerebrovasculares, las cardiopatías y las enfermedades pulmonares asociadas con la inhalación de contaminantes como el CO. Agrega que los efectos combinados de la contaminación atmosférica ambiental y doméstica provocan 6,7 millones de muertes evitables cada año y destaca el hecho de que aumentan el riesgo de infecciones respiratorias en los países en desarrollo y de bajos ingresos, lo que constituye un importante problema de salud pública.

Semjen (2020), sustentado en la OMS, menciona que, aproximadamente el 23% de fallecimientos en el mundo se debe a este tipo de contaminantes atmosféricos, destacando que, entre estos, los de mayores decesos son por inhalación alta de CO y por un tiempo considerable.

Palacios (2020) también indica que la absorción de CO puede producir afecciones cerebrales, promoviendo el desarrollo del Alzheimer, lo cual deriva bajo desempeño cognitivo conductual y académico.

Atendiendo a acuerdos mundiales derivados de instancias como la OMS (2021; 2022), existen organizaciones y entidades regionales o locales que se adhieren a estos lineamientos, ajustándolos a cuestiones regionales o locales, de manera voluntaria. En este sentido, más adelante se precisan nuevas especificaciones de tratados producidos tanto en Ecuador como en el resto de países de América donde se hace mención a la pertinencia y posibilidad de aplicación de medidas de protección relacionadas con la exposición al CO, las cuales son emanadas no solo desde la OMS sino desde otras instancias dedicadas a la protección de la vida y del ambiente.

Un caso de lo anterior es Ecuador, país donde existen diversas organizaciones y entidades que se ocupan de la protección del medio ambiente, la salud y la seguridad laboral:

(a) Ministerio del Ambiente, Agua, y Transición Ecológica, Ecuador, 2022, encargado de crear y poner en marcha políticas que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales, la gestión ambiental y los recursos hídricos, apoyándose en organizaciones públicas, privadas y comunitarias, así como de ciudadanos individuales. Esto incluye el mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de emisiones de gases contaminantes, lo cual redundará en el bienestar de la ciudadanía y, por ende, en los trabajadores (MAATE, 2022); (b) Ministerio de Salud Pública del Ecuador: entidad gubernamental responsable de la salud pública en el país, perfilándose desde allí regulaciones y directrices relacionadas con la salud ocupacional y la protección de los trabajadores en relación con, por ejemplo, contaminantes como el CO; y (c) Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), entidad encargada de proteger la salud y seguridad laboral de los trabajadores en Ecuador.

2.1.1.1 Caracterización del Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas formado por la unión de un átomo de carbono y otro de oxígeno a través de un enlace covalente, siendo CO su fórmula química (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España, 2023).

Este gas es uno de los principales contaminantes de la atmósfera terrestre (Buitrago Buitrago y Velásquez Riaño, 2014) y se encuentra presente en las emisiones de combustión como las generadas por automóviles, motores a gasolina, cocinas de gas, leña, madera en combustión, carbón encendido y sistemas de calefacción (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2023). La Agency for Toxic Substances and Disease Registry ([ATSDR], 2020) certifica estas y otras fuentes asociadas con la producción de CO debido a las actividades humanas y a fuentes naturales, donde uno de los principales emisores son los vehículos que funcionan con gasolina o gasóleo y los procesos industriales (Buitrago Buitrago y Velásquez Riaño, 2014).

En el caso de los vehículos, los tubos de escape están entre más forjan un alta producción de CO: aproximadamente el 80% (Buitrago Buitrago y Velásquez Riaño, 2014), también lo generan los incendios forestales, estufas de gas, calefactores y algunos aparatos utilizados para la preparación de alimentos y la higiene doméstica y personal, como los desodorantes.

El documento presentado por ATSDR (2020) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España (2023) alertan ante la presencia de CO, indicando peligrosidad cuando su concentración en la exposición diaria supera la cota de 20 ppm, lo cual representa 20 partes de CO por cada millón de partes de aire.

Por lo expuesto, no se puede excluir la consideración de este factor químico ambiental cuando cae en valores que presumen peligrosidad, pues deriva una serie de riesgos para las personas expuestas a él (CDC, 2023; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España, 2023). En este sentido, urge tomar medidas para mitigarlo, especialmente en espacios cerrados o semi cerrados, como garajes y los propios habitáculos de los patrulleros donde el personal policial se ve obligado a pasar varias horas en su interior y, por ende, corre el riesgo de respirar este gas que suele pasar desapercibido porque, entre otras propiedades, es inodoro e incoloro.

Palacios (2020) refrenda que su elevada presencia en espacios cerrados puede provocar asfixia e incluso muertes prematuras en humanos y animales. Agrega Monar (2018) que las concentraciones de CO son mayores durante los periodos fríos porque la combustión es menos eficiente a bajas temperaturas. Por lo tanto, la combustión incompleta por la quema de elementos como gas y carbón demanda consideraciones vitales.

Habiendo establecido que el CO es un gas altamente tóxico en espacios cerrados como los habitáculos de los vehículos y que puede ser letal cuando se presenta en concentraciones elevadas (Palacios, 2020), resulta impostergable mantener una alerta ante su alta presencia. Pero no solo hay que estar pendientes del CO producido por el motor de los vehículos ya que este gas también se libera en incendios forestales como subproducto de la combustión, donde además se libera dióxido de carbono (CO₂).

A diferencia del CO, el CO₂ no tiene un impacto directo en la salud humana en concentraciones normales, a corto plazo, aunque su exceso en la atmósfera contribuye al calentamiento global y al cambio climático, generando impactos a posteriori, que pueden tener consecuencias significativas para el planeta y la vida en general (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020). Por eso, en cualquiera de los casos, es importante

tomar medidas para reducir las emisiones de ambos gases y promover prácticas sostenibles para preservar la salud humana y el medio ambiente.

Cuando se trata de altas concentraciones en espacios cerrados, como los habitáculos de los vehículos, es el CO quien representa mayor riesgo de muerte debido a su naturaleza tóxica y su capacidad para desplazar el oxígeno en la sangre (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020). Por eso, estar pendientes de escapes dañados o de una mala ventilación interna del vehículo es vital, sobre todo cuando se producen combustiones incompletas en el motor, pues, su sistema de escape comienza a emanar grandes cantidades de CO que pueden acumularse en el habitáculo y generar riesgos.

Se advierte que sí en el sistema mencionado no existe un sistema de filtrado adecuado o un sistema de ventilación que amaine o elimine el inhalado de altas concentraciones de CO en períodos prolongados, entonces se pueden causar hasta envenenamientos que convergen pérdidas de conciencia, alteraciones cardiológicas, daños cerebrales e incluso la muerte prematura (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020, Palacios, 2020).

2.1.1.1.1 Síntomas por exposición al CO

La inhalación de CO, incluso en cantidades menores, puede causar una serie de anomalías en el cuerpo que son detectadas a través de varios síntomas, pero si las cantidades absorbidas son significativas durante períodos prolongados puede causar enfermedades irreversibles, pues, al combinarse con la hemoglobina de la sangre, forma un compuesto COHb que impide el transporte de oxígeno a las células y compromete el funcionamiento del organismo, afectando la obtención de la energía necesaria para sobrevivir. Por tanto, es importante estar alerta ante la posibilidad de inhalación de este gas.

El CDC (2023) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (2023) han reportado resultados de varias investigaciones que señalan que una exposición prolongada al CO puede afectar los sistemas nervioso y cardiovascular, lo cual se manifiesta en alteraciones neurológicas o cardíacas. Estas alteraciones se detectan cuando las personas intoxicadas por CO experimentan síntomas como dolor de cabeza, mareos, debilidad, náuseas, vómitos, dolor en el pecho y confusión. En casos de altos niveles de intoxicación, también pueden presentarse desmayos e incluso la muerte.

El autor antes mencionado, también informa que la intoxicación por CO puede ser difícil de diagnosticar debido a que los síntomas son similares a los de otras enfermedades, destacando que si las personas duermen o están intoxicadas por ese gas pueden fallecer por intoxicación antes de experimentar los síntomas.

Es importante tener en cuenta que estos síntomas pueden afectar tanto a personas como a animales. En el caso de las personas, las más susceptibles a la intoxicación por CO son los niños y aquellos que padecen enfermedades respiratorias o cardíacas. Según el CDC (2023), en Estados Unidos mueren más de 400 personas, cada año, debido a intoxicaciones accidentales por CO no relacionadas con incendios.

Se hace necesario insistir sobre la peligrosidad que resulta inhalar este gas letal, dado las graves consecuencias que acarrea para humanidad, siendo fundamental tomar las precauciones del caso para evitar la exposición a este gas y garantizar un entorno más seguro para todos.

2.1.1.1.2 Riesgos por intoxicación por CO

Tomando en cuenta lo reportado por la CDC (2023) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España (2023) respecto a las precauciones que se deben tomar al estar expuesto a la inhalación de CO, de seguida se describen algunas de ellas organizadas por categorías que germinaron de sus consideraciones. Todas ellas se demarcan para reducir el riesgo de intoxicación por CO.

- Artefactos que consumen combustible:
 - Asegurarse de que todos los artefactos domésticos que consumen combustible estén debidamente instalados, mantenidos y operados.
 - Realizar inspecciones, sistematizadas en el tiempo, de hornos, calentadores de agua y secadores de gas por parte de un técnico competente.
- Chimeneas y sistemas de escape de vehículos:
 - Inspeccionar y limpiar las chimeneas y el conducto por donde se evacúa el humo y los gases de combustión.

- Realizar inspecciones regulares de los sistemas de escape y caños de salida de los automóviles para detectar defectos o bloqueos de nieve durante los meses de invierno.
- Uso de artefactos sin salida de ventilación:
 - Utilizar calentadores de ambiente que consumen combustible sin salida de ventilación solo cuando haya alguien despierto para vigilarlos, con las puertas o ventanas abiertas para permitir la entrada de aire fresco.
- Procedimientos a evitar:
 - No utilizar cocinas u hornos de gas para calentar la casa.
 - No usar parrillas de carbón, lámparas o cocinas de campamento portátiles dentro de espacios cerrados como casas o carpas.
 - No operar generadores, lavadoras a presión o motores de gasolina dentro de sótanos, garajes u otras estructuras cerradas, a menos que cuenten con una salida de ventilación instalada por un profesional.
 - No encender vehículos motorizados, lavadoras a presión o motores de gasolina fuera de una ventana o puerta abierta si el escape está dirigido hacia un espacio cerrado.
 - No dejar el motor de un vehículo encendido en un lugar cerrado o semi cerrado, como un garaje cerrado.
- Uso de detectores de CO:
 - Utilizar detectores de CO con pilas cuando se utilice un generador.
 - Considerar la instalación de alarmas de CO en cada nivel de la casa y en los dormitorios.
- Atención médica:
 - Buscar consejo médico inmediato si se sospecha de una intoxicación por CO.
 - Estar alerta a los síntomas de exposición al CO y no subestimar su gravedad.

Al seguir estas precauciones categorizadas, se reducirá el riesgo de intoxicación por CO y se creará un entorno más seguro para la convivencia diaria. En caso de cualquier emergencia o sospecha de intoxicación, es importante buscar atención médica de inmediato.

2.1.1.2 Los Límites de Exposición Profesional

Siguiendo las ideas descritas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España [INSST, 2023, 2021a, 2021b), se presenta una síntesis respecto a los límites de exposición profesional allí señalados, tomando en cuenta que tales límites no son más que valores de referencia utilizados para evaluar y gestionar los peligros de estar expuesto a sustancias químicas en el trabajo, especialmente por inhalación de gases.

El objetivo principal del establecimiento de estos límites de exposición es el de salvaguardar la salud de los trabajadores al establecer umbrales seguros de exposición. A tal efecto, el INSST (2023) conviene que para el entendimiento relacionado con estos límites se hace necesario acordar algunas definiciones requeridas para establecer pautas respecto a la temática que, de seguro, establece acuerdos entre las especificaciones que se dan en esos documentos y lo que debe asumirse el respecto. En este sentido, se construyó la Tabla 1 donde se hace referencia al constructo y la definición correspondiente.

Tabla 1

Definiciones reportadas por el INSST (2023)

Constructo	Definición
Puesto de trabajo	Se refiere tanto a las actividades asignadas a un trabajador específico como al espacio físico en el que realiza su trabajo.
Zona de respiración	Espacio alrededor de la cara del trabajador desde donde toma el aire que respira y se acota a una semiesfera de 0,3 m de radio.
Período de referencia	Período de tiempo especificado utilizado para establecer el límite de exposición de un agente químico en particular: (a) la diaria es de unas 8 horas; y (b) la corta con una duración de 15 minutos.
Exposición al CO	Presencia del CO dentro de la zona de respiración del trabajador, cuantificada mediante la concentración del agente químico durante el mismo período de referencia que se utiliza para establecer los límites aplicables.
Exposición diaria (ED)	Concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, calculada o medida de forma ponderada durante la jornada laboral real, equivalente a una exposición uniforme de ocho horas.
Exposición de corta duración (EC)	Concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada durante un período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos que tengan un período de referencia inferior. Se obtienen muestras de 15 minutos para las exposiciones de interés, coincidiendo con los períodos de máxima

Constructo Definición

exposición.

Nota: Tabla construida con información Límites de Exposición Profesional. Monóxido de Carbono (pp. 15-16), por INSST, 2023.

En ese mismo documento, el INSST (2023) declara que estos límites no son más que recomendaciones para determinar las cantidades seguras de exposición y no delimitan claramente entre circunstancias seguras y peligrosas, pero advierten que pudieran resultar inadecuados como criterio exhaustivo para determinar el riesgo de exposición en mujeres embarazadas o en período de lactancia.

Entre otros aspectos, el INSST (2023) se guía por varios referentes como los Valores Límite Biológicos (VLB) y los Valores Límite Ambientales (VLA), que denotan la exposición a agentes químicos y se consideran un complemento de los Límites de Exposición Profesional (LEP). En la Tabla 2 aparecen sus descripciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de poner en escena a estos límites en referencia.

Tabla 2

Descripción de los valores límite y otros indicadores

Constructo	Descripción
Valores Límite Ambientales (VLA)	Son valores de referencia para las concentraciones de agentes químicos en el aire. Se considera que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos durante su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud; pero, debido a las diferencias individuales, un pequeño porcentaje de trabajadores podría verse afectado por concentraciones inferiores a los VLA
Unidades de los VLA	Los valores límite para gases se establecen en ml/m ³ (ppm) o en mg/m ³ , según las variables que se involucren en la medición
Tipos de Valores	Se consideran diferentes categorías de VLA:
Límites Ambientales (VLA)	<ul style="list-style-type: none">• VLA-ED (Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria)• VLA-EC (Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración).
VLA-ED (Valor Límite Ambiental-	Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED). Según el conocimiento actual, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos durante 8 horas diarias - 40 horas semanales- a lo largo de su vida laboral, sin

Constructo	Descripción
Exposición Diaria)	sufrir efectos adversos para su salud.
VLA-EC (Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración)	Es el valor de referencia para la Exposición de Corta Duración (EC). Este valor no debe ser superado en ningún momento durante la jornada laboral.
VLA-ED y VLA-EC en relación a los agentes químicos	Para aquellos agentes químicos que tienen efectos tóxicos y de naturaleza crónica, el VLA-EC se considera un complemento del VLA-ED. Mantenerse dentro de los límites establecidos, y las exposiciones por encima del VLA-ED hasta el VLA-EC deben ser de máximo 15 minutos, no más de cuatro veces durante una jornada laboral de 8 horas, y con un intervalo mínimo de una hora entre exposiciones sucesivas en este rango.
Límites de exposición de corta duración	Las exposiciones de corta duración pueden ser superiores a 3 veces el valor VLA-ED durante un máximo de 15 minutos, no más de 4 veces en una jornada de trabajo de 8 horas, con un intervalo mínimo de una hora entre exposiciones pico sucesivas. En ningún caso debe superarse 5 veces el valor VLA-E. El VLA-ED de 8 horas no debe excederse durante la jornada de trabajo.

Nota: Tabla construida con datos tomados del INSST (2023).

En la Tabla 3, construida con la información proporcionada por el INSST (2023), se da cuenta de estos valores límite para CO en patrulleros, tanto en ppm como en mg/m³.

Tabla 3

Valores límite por exposición al CO

Agente químico	Valores Límite Ambientales: VLA	
	ppm	mg/m³
Monóxido de carbono	20 (VLA-ED)	23 (VLA-ED)
	100 (VLA-EC)	117 (VLA-EC)

Nota: Tabla construida con información proporcionada por el INSST (2023, p. 88).

Se observa que los valores límites VLA-ED y VLA-EC que aparecen en la Tabla 3, se especifican en partes por millón (ppm) y en miligramos por metro cúbico (mg/m³). Esto ayuda a prevenir efectos negativos para la salud y proporciona orientación para la evaluación y el

control de riesgos, especialmente cuando las concentraciones son elevadas, dado que pueden causar efectos nocivos como asfixia, intoxicación y daños en los sistemas cardiovascular y nervioso, por lo que es esencial mantener los niveles de CO por debajo de los establecidos.

Según el INSST (2023), existe un peligro para la salud cuando los niveles de CO se sitúan entre 20 ppm y 100 ppm, lo que puede provocar síntomas como dolores de cabeza, vértigo, debilidad y cansancio. Sin embargo, la exposición persistente a niveles leves de CO puede provocar problemas de salud más graves como daños en el cerebro y el sistema cardiovascular. Además, a niveles superiores a 100 ppm, el riesgo para la salud es considerable y pueden producirse síntomas más graves, como desorientación, problemas respiratorios e incluso pérdida del conocimiento. Esta instancia, junto con la CPSC (2023), sostiene que la exposición prolongada a niveles elevados de CO produce síntomas graves y es potencialmente mortal.

Este último autor agrega que la exposición continua a niveles de CO comprendidos entre 1 y 70 ppm no suele tener efectos adversos para la salud; sin embargo, cuando los niveles de CO aumentan y se mantienen por encima de 70 ppm se acrecientan los síntomas a tal punto que la desorientación, el coma y la muerte son concebibles con concentraciones prolongadas de CO de más de 150 ppm.

La duración de la exposición, la sensibilidad de cada persona, la salud del sujeto, la edad y una pléthora de otros factores pueden afectar los efectos por la exposición al CO. Por lo tanto, se aconseja tomar medidas adecuadas para proporcionar entornos seguros y saludables, así como para prevenir y regular la exposición a cualquier cantidad de CO. Si se sospecha o se encuentra una concentración elevada de CO, como podría suceder en cualquier patrullero, es crucial actuar con urgencia ventilando el espacio, abandonando el lugar u obteniendo ayuda médica si aparecen síntomas como una intoxicación por CO. Además, deben tomarse las precauciones de seguridad adecuadas como instalar detectores de CO y realizar un mantenimiento rutinario de los sistemas de escape de los vehículos (INSST, 2023).

Las directrices del INSST (2023) para evaluar y gestionar los peligros relacionados con la exposición al CO durante determinados periodos de tiempo, proporcionan valores límite de exposición como el VLA-ED y el VLA-EC. Estos límites superiores, que se miden

en partes por millón (ppm) y miligramos por metro cúbico (mg/m³), sirven de guía para averiguar si una exposición supera lo que se considera seguro. Si durante una breve estancia de 15 minutos se detecta una concentración de CO superior a los niveles límite prescrito (por ejemplo, 20 ppm para VLA-ED), se considera que existe un posible riesgo para la salud. Concentraciones superiores a los valores límite pueden provocar síntomas y consecuencias negativas ya consideradas a lo largo de este estudio.

Es fundamental recordar que, mientras que los límites de corta duración (VLA-EC) están pensados para exposiciones breves pero elevadas, los límites de exposición se basan en periodos de tiempo más largos (por ejemplo, 8 horas para VLA-ED). Por este motivo, una detección de CO que supere los límites en un breve periodo de tiempo -15 minutos- indica un posible problema, y es crucial actuar de inmediato para reducir la exposición, ventilar el espacio y proteger a las personas que se encuentren en él. Igualmente, es fundamental tener en cuenta que las medidas preventivas y de seguridad, como una ventilación adecuada, el mantenimiento regular de los sistemas de escape y la instalación de detectores de CO, son necesarias para evitar la exposición y reducir los peligros asociados al CO en entornos como los habitáculos de los patrulleros (INSST, 2023).

Sobre la base de todas las especificaciones ya referenciadas del INSST (2023) y la CPSC (2023), se construyó la Tabla 4 conformada por una especie de categorías del riesgo, los límites de concentración del CO y la posible sintomatología asociada en el sujeto, sin tener presente sus particulares como sujeto.

Tabla 4

Categorías de riesgo según límites de concentración de CO

Categoría del Riesgo	VLA	Sintomatología
Bajo riesgo	VLA < 20 ppm	Generalmente asintomático.
Riesgo moderado	20-100 ppm	Dolor de cabeza, mareos, fatiga.
Riesgo alto	101-150 ppm	Confusión, dificultad respiratoria, pérdida de conciencia.

Categoría del Riesgo	VLA	Sintomatología
Riesgo extremo	VLA > 150 ppm	Riesgo de intoxicación grave y potencialmente mortal. Se requiere atención médica inmediata.

Nota: Tabla construida con referentes tomados de INSST (2023) y la CPSC (2023).

Cabe señalar que estas clasificaciones vinculadas con sintomatologías generales, se inscriben en los límites de concentración, pero están sujetas factores contextuales, a la duración de la exposición al CO y a las condiciones individuales del sujeto, por lo que los síntomas pueden variar de un sujeto a otro. En este sentido, se aconseja tomar precauciones de seguridad ante la presencia de límites establecidos, siendo fundamental estar alerta ante cualquier sospecha y, en el caso de los patrulleros, adoptar conductas encaminadas a mantener los sistemas de escape del vehículo en buen estado, además de disponer de detectores de CO para garantizar entornos seguros y evitar una exposición excesiva al monóxido de CO mientras se conduce o se pasa tiempo en el vehículo.

2.1.2 Higiene y Salud Ocupacional

La higiene y la salud ocupacional son dos disciplinas relacionadas con el bienestar de los trabajadores en su entorno laboral, abriendo espacio para la identificación, evaluación y control de los riesgos que pueden afectar a la salud y al rendimiento de los trabajadores. En este sentido, demandan actuaciones para la prevención de la exposición a sustancias químicas, físicas y biológicas, así como a otros factores de riesgo laboral, las cuales se basan en principios científicos y técnicos para evaluar los peligros y desarrollar estrategias para su control (American Industrial Hygiene Association [AIHA, por sus siglas en inglés], 2023). También abarcan situaciones que tienen que ver con la calidad del aire, la exposición a sustancias químicas, el ruido, las vibraciones, la radiación y las cuestiones ergonómicas (AIHA, 2023), incluyendo el apoyo y el mantenimiento de la salud de los empleados en relación con su línea de trabajo.

En todo caso, la higiene y salud ocupacional hace hincapié en la prevención de enfermedades y lesiones profesionales, así como en la rehabilitación de los trabajadores que

han sufrido enfermedades o lesiones relacionadas con el trabajo, lo cual incluye la promoción del bienestar general de los trabajadores en su sitio laboral, al tiempo que colabora en la creación y aplicación de programas de bienestar y prevención (OMS, 2020).

Sobre la base de tales preceptos, esta investigación está circunscrita a esta área dando respuesta al espíritu de estos estudios para posgraduados que demandan la posesión de “competencias para el manejo integral, conceptual y práctico del ambiente laboral en toda organización de los sectores productivos” (Universidad Técnica del Norte, 2023).

2.1.2.1 Normativas y estándares de seguridad ocupacional

Cuando se trata de hacer mediciones sobre la cantidad de CO presente en el habitáculo de un patrullero, a la luz de proponer medidas de seguridad para prevenir riesgos sobre su presencia en esos vehículos, es oportuno analizar el contenido de algunas leyes, reglamentos y estándares, nacionales e internacionales, relacionados con la seguridad y salud ocupacional. En este sentido, se hace oportuna una revisión de documentos afiliados a este asunto de interés indagatorio, específicamente aquellos relacionados con el contexto involucrado y, en este caso, los creados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEM), organismo encargado de establecer y promover normas técnicas en Ecuador.

En la web del INEM se da cuenta de que el mismo satisface la demanda nacional en los campos de la Normalización, Reglamentación, Metrología y Evaluación de la Conformidad, contribuyendo al mejoramiento de la competitividad, de la salud y seguridad del consumidor, la conservación del medio ambiente y la promoción de una cultura de la calidad para alcanzar el buen vivir (INEM; 2023).

Bajo esta pretensión, el INEM asume su objetivo de contribuir con el desarrollo de la economía, la estructura social y el medio ambiente ecuatoriano, a través de la normalización, la metrología y la calidad, siendo particularmente importante la elaboración de normas específicas, seguras y eficaces tendentes a la garantía de buen servicio para diversas industrias, incluidas las de higiene y salud ocupacional.

Entre una de sus normativas en referencia está la NTE INEN 2204, la cual rige en Ecuador desde el año 2002. Dicha norma ampara la “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina” (NTE INEN 2204, 2002) y su objeto es establecer “los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina” (p. 4).

Para destacar su alcance, con determinadas especificaciones, conviene dar cuenta de las definiciones adoptadas en dichas normas a fin de sintonizar con algunas concepciones destacadas en otros documentos base como la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 056, Metrología (1998), Norma Técnica Colombiana ICONTEC 4230. (1997), U.S Environmental Protection Agency, EPA (1996), el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables de Venezuela (1998) y Vehicle Emissions Study, Kiyoshi Yuki - Overseas Regulation & Compliance Department, Engineering Administration Division, Toyota Motor Corporation. Tokyo (1995).

La Tabla 5 contiene detalles de las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204 (2002), seguida de sus correspondientes descripciones.

Tabla 5

Definiciones asumidas en la NTE INEN 2204

Referente	Descripción
3.1 Año modelo	Año que identifica producción del modelo de la fuente móvil
3.3 Certificación de la casa fabricante	Documento expedido por el fabricante del vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado
3.7 Emisión de escape	Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil
3.8 Emisiones evaporativas	Descarga al aire de una o más sustancias gaseosas, producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible de un vehículo automotor
3.9 Equipo de	Conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la

Referente	Descripción
medición	operación normal de medición de las emisiones
3.10 Fuente móvil	Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores
3.12 Informe técnico	Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma
3.14 Masa máxima	Masa equivalente al peso bruto del vehículo.
3.15 Método SHED	Procedimiento aprobado por la EPA para determinar las emisiones evaporativas en vehículos de gasolina mediante la recolección de estas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED son las siglas correspondientes al nombre de dicho método (Sealed Housing for Evaporative Determination). Los procedimientos, equipos y métodos de medición utilizados se encuentran consignados en el CFR en los Estados Unidos, partes 86 y 99; o en las directivas 91/441 EEC y 93/59 EEC
3.16 Motor	Principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética
3.21 Prueba estática	Medición de emisiones que se realiza con el vehículo a temperatura normal de operación, en marcha mínima (ralentí), sin carga, en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).
3.24 Vehículo automotor	Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz

Nota: Tabla construida, con algunos ajustes de texto y forma, manteniendo nomenclatura de Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina (pp. 4-6), por las la NTE INEN 2204, 2002.

2.1.3 La auto contaminación de los habitáculos de los vehículos

Cuando una persona entra a su vehículo con motor de combustión de inmediato suele encender el motor y empieza a rodarlo. Cuando esto ocurre, una serie de sustancias tóxicas empiezan a producirse y salir por el tubo de escape, iniciando un ciclo de contaminación que afecta no sólo a la salud de los conductores y pasajeros que se encuentran dentro del vehículo, sino al resto de seres vivos que se encuentran fuera de él (Fundación de Vida Sostenible, 2023). Esto da lugar a procesos de contaminación tanto interna como externa.

Es bien sabido que los compuestos nocivos que entran desde el propio vehículo, principalmente desde su propio motor que emite gases como el CO debido a una combustión incompleta, son la causa de la contaminación interna que puede producirse en los automóviles

y eso se corresponde con un proceso denominado auto contaminación. Según Tipanluisa et al. (2017), esta auto contaminación se produce por el mal funcionamiento de los tubos de escape de los automóviles, que actúan como conductores de los gases liberados por los motores de los vehículos durante la quema de combustibles como la gasolina.

Aunque los sistemas de escape de los vehículos están pensados para dirigir los gases liberados por la quema al exterior del vehículo, no siempre dichos sistemas están en buenas condiciones, y hay casos en los que presentan fugas o están dañados, abriendo espacio a un proceso de auto contaminación originado por los gases tóxicos que se filtran al interior del vehículo en determinadas cantidades. Pero, hay factores adicionales como los causados por el estado y la antigüedad del vehículo, que pueden contribuir a que se produzcan problemas de salud en personas sanas que se encuentran en las cabinas de vehículos en movimiento o estacionados y encendidos.

La Fundación de Vida Sostenible (2023) indica que, aunque algunas personas sienten curiosidad por la existencia de este fenómeno en el transporte público, sigue habiendo poca preocupación entre los ciudadanos por la contaminación producida por los vehículos privados. Esto sugiere que el interés por cuestiones como el peligro de respirar aire contaminado o la escasez de aire limpio en las ciudades es muy bajo y no aparece con frecuencia en las búsquedas en Internet. También sugiere que, a pesar de que existen pruebas de que el CO de los vehículos repercute en la salud de sus ocupantes, los conductores parecen estar más preocupados por el precio del combustible y los límites a la circulación de vehículos en las ciudades que por los escenarios anteriormente comentados.

2.1.4 Ergonomía

La ergonomía es una disciplina científica y tecnológica que se enfoca en el diseño de objetos, sistemas y entornos de trabajo, considerando las capacidades y características del ser humano (Castilla, 2021; Bestratén et al., 2019). Su objetivo principal es adaptar las condiciones laborales a las características físicas, cognitivas y psicológicas de las personas, buscando optimizar la eficiencia, seguridad, confort y bienestar (Laurig & Vedder, 2019). Apoyada en disciplinas como la anatomía y la fisiología (Consejo Salud Ocupacional, 2020), la ergonomía se aplica en áreas como el diseño de muebles y equipos, organización de

espacios de trabajo y la interacción persona-máquina comandada por la prevención de riesgos laborales.

En el contexto de los vehículos patrulleros y considerando los riesgos asociados a la presencia de CO, la ergonomía desempeña un papel preponderante en el diseño de los habitáculos y sistemas de ventilación para garantizar la salud y seguridad de los ocupantes. Se deben tener en cuenta aspectos como la postura corporal, la iluminación, el ruido y la temperatura para evitar molestias, fatiga, estrés o lesiones relacionadas con el trabajo (Castilla, 2021; Consejo Salud Ocupacional, 2020), buscando siempre mejorar la experiencia del usuario, la eficiencia y la prevención de problemas de salud (Bestratén et al., 2019).

Para realizar un estudio ergonómico en este entorno, es necesario seguir estrategias y recomendaciones que incluyan la consideración de posturas adecuadas, la anatomía y la fisiología del trabajador (Consejo Salud Ocupacional, 2020), así como la psicología y la percepción del trabajador a fin de mejorar el confort del trabajador en su puesto de trabajo.

2.1.4.1 La cronoergonomía

Un sub campo de la ergonomía, denominado cronoergonomía, es el que se encarga de investigar la relación entre los ciclos biológicos de las personas y su productividad en el lugar de trabajo (Castilla, 2021). Este sub campo se vuelve crucial cuando se examina cómo los ciclos biológicos afectan al rendimiento del personal policial cuando le corresponde estar a bordo en las patrulleros, sobre todo en horas de la noche, donde el sueño puede dominar su voluntad y decidir hacer un reposo con el motor de los patrulleros encendido, aumentando así los riesgos ante la presencia de CO en el habitáculo del vehículo.

A tal efecto, resulta necesario avistar ajustes en los periodos de trabajo y descanso individual mediante la creación de un diseño ergonómico adecuado ajustado a las normas de trabajo en las cuales se tenga en cuenta los ritmos circadianos de los ocupantes (Correa, 2018). Siendo así, se crean espacios para evitar accidentes, disminuir los efectos secundarios y aumentar el rendimiento y la atención de los ocupantes para que puedan responder adecuadamente a los peligros, sobre todo por exposición al CO.

2.1.5 Ciclo circadiano

El ciclo circadiano tiene naturaleza biológica, aproximadamente dura 24 horas y está regulado por diversos procesos fisiológicos y de comportamiento en los seres vivos (Vargas-Parada, 2019). Dicho ciclo es controlado por el núcleo supraquiasmático, reloj biológico que está sincronizado con el ciclo de luz-oscuridad del medio ambiente, a través de señales.

El sueño, la vigilia, la temperatura corporal, el metabolismo y la secreción hormonal son sólo algunos de los procesos que el núcleo supraquiasmático coordina y controla (Castilla, 2021). Sin embargo, la alteración de este ritmo ha sido observada con preocupación en la sociedad moderna debido a la exposición a la luz artificial durante la noche, lo cual interfiere con la asociación natural entre la oscuridad y el sueño (National Geographic, 2023).

Para el bienestar humano, es esencial tener en cuenta cómo se relacionan el ciclo circadiano y el descanso, y es fundamental prestar atención a los ritmos únicos y personalizados de cada persona mediante la incorporación de pausas regulares y la adopción de mobiliario ergonómico (Castilla, 2021). No obstante, la calidad del sueño y la vigilia se han visto afectadas por los avances tecnológicos y la iluminación artificial, a pesar de que el cuerpo humano está diseñado para relacionar la oscuridad con el descanso (National Geographic, 2023).

2.1.6 Instrumentos de medición de la calidad del aire interior de un vehículo

Para la medición de la calidad del aire en el habitáculo de los vehículos suelen usarse muchos instrumentos, destacando aquellos cuyos fabricantes garantizan precisión, versatilidad y confort al momento de su uso. En este sentido, se describe, uno de los equipos usados para medir la cantidad de CO presente en las habitáculos de vehículos, anticipando que toda descripción que aquí se registra proviene de los manuales suministrados por los fabricantes o de información visible que aparece en la web del fabricante: <https://www.az-instrument.com.tw>

2.1.6.1 El Equipo 7597 AZ EB

El equipo codificado como 7597 AZ EB es un registrador de datos que mide, entre otras variables, tanto la temperatura y la humedad existente en un determinado espacio, como la cantidad de CO y CO₂ presente en los mismos (AZ Instrument Corp., 2023).

El fabricante especifica que este instrumento de medición es portátil y está diseñado para medir y monitorear la calidad del aire en el interior de espacios tales como oficinas, hogares, escuelas y vehículos, a través de los sensores que detectan la presencia y la concentración de diversos contaminantes como el CO₂ y el CO. Para medir estos valores de CO₂, el medidor posee un sensor con tecnología de guía de onda NDIR (NDIR, por sus siglas en inglés: Non-Dispersive Infrared: infrarrojo no dispersivo), mientras que para medir el CO posee un sensor electroquímico de respuesta rápida (AZ Instrument Corp., 2023).

Igualmente, este instrumento permite obtener mediciones de otras variables como la temperatura del aire, punto de rocío y la humedad del espacio reportando, en tiempo real, resultados numéricos que se pueden leer a través de una pantalla digitalizada LCD. Siendo así, permite calcular índices y es propicio para el diagnóstico de la calidad del aire interior. (AZ Instrument Corp., 2023).

Entre las características del equipo 7597 AZ EB, el fabricante AZ Instrument Corp. (2023) especifica varias prestaciones especificadas en la Figura 1, indicando que el instrumento está diseñado para comprobar y registrar la calidad del aire interior y medir otras variables. Igualmente, en la Figura 2 aparece una fotografía de este medidor portátil de calidad del aire interior (IAQ).

Figura 1

Características del equipo 7597 AZ EB



Nota: Elaboración propia con datos tomados de AZ Instrument Corp. (2023)

Figura 2

Medidor portátil de calidad del aire interior (IAQ)



Nota: Fotografía tomada por el autor al equipo 7597 AZ EB

Según los estándares residenciales ASHRAE 62-1989, el nivel máximo de calidad del aire interior para áreas habitables debe ser inferior a 9 ppm, advirtiendo que, si el nivel de concentración de CO supera las 100 ppm, según el límite de exposición de OSHA, es imprescindible evacuar el espacio cerrado.

En relación con las especificaciones técnicas del equipo 7597 AZ EB, la Tabla 6 reporta algunos parámetros válidos para un análisis de los alcances de los valores medidos en

el caso del CO, haciendo referencia a una serie de categorizaciones relacionadas con rango, resolución, precisión y tiempo de respuesta (AZ Instrument Corp., 2023).

Tabla 6

Especificaciones del equipo

Modelo	77597
Equipo	Medidor portátil de calidad del aire interior (IAQ)
Marca	AZ EB
Temperatura	-20 ~ 60° C (-5 ~ 140° F)
Rango de CO	0 ~ 1000 ppm
Resolución de CO	1 ppm
Precisión de CO	±3 ppm para menos de 20 ppm ±5 ppm para menos de 100 ppm ±10% de lectura para 101~500 ppm ±20% de lectura para 501 ppm y superior
Tiempo de respuesta	< 60 segundos (90% de cambio de paso)

Nota: Las especificaciones del medidor fueron tomadas del Manual del Usuario, por AZ Instrument Corp., 2023.

Para poder tomar decisiones respecto a los resultados reportados por este instrumento, es necesario hacer uso de una serie de categorías que califican el riesgo afrontado por estar bajo la presencia de los gases y otros aspectos que mide, lo cual se muestra en la Tabla 4 donde, a partir de los valores medidos de CO en espacios cerrados, se pueden tomar decisiones que inviten a seguir acciones inmediatas, según la cantidad de presencia de gas y los síntomas que pudiera presentar quien, en el momento, inhala determinada cantidad de CO.

2.1.7 Asociación entre variables

En el marco de las mediciones muchas veces interesa medir la asociación entre dos o más variables, lo cual obliga a valorar la intensidad y direccionalidad de esa relación, si lo que se quiere es reportar lo que indica esa relación.

En un sentido lato, estadísticos como Lind et al. (2014) indican, que ese tipo de asociaciones informan sobre correlaciones, lo cual no es más que una relación entre dos variables que se pueden mover conjuntamente. Esa relación se determina mediante un coeficiente de correlación, el cual brinda una “medida cuantitativa de la fuerza de la relación entre dos variables...[y] “La idea básica del análisis de correlación es reportar la asociación entre dos variables” (p. 463).

Los autores antes mencionados, también señalan que una correlación es una medida estadística que solo indica la fuerza y dirección de una relación lineal entre dos variables y eso no necesariamente implica causalidad, por lo que no se obliga declarar cuál es la causa y cuál el efecto. Por lo tanto, no es necesario especificar cuál es la variable dependiente y cuál es la independiente en esa relación.

Asumido este concepto, es necesario precisar que Lind et al. (2014) indican que el valor de la correlación entre dos variables varía en un rango de -1 a +1, donde un valor de 0 indica que no hay correlación entre las variables, un valor positivo hacia +1 indica una correlación positiva, lo que significa que a medida que el valor de una variable aumenta, también lo hace la otra, pero dependiendo de una intensidad. Por otro lado, un valor negativo hacia -1 indica una correlación negativa, lo que significa que a medida que el valor de una variable aumenta la otra disminuye, teniendo en cuenta que cualquier valor que se escape de ese rango debe ser revisado por no satisfacer las cotas que definen a cualquier correlación.

En el caso de esta investigación solo se solicita una correlación entre dos variables que serán definidas en la sección correspondiente, donde una de ellas es dicotómica: Presencia de Síntomas: 0 = No y 1 = Sí, donde 1 indica que el agente policial ha presentado síntomas como de dolor de cabeza y mareos. La otra variable a asociar es continua y representa la cantidad de CO medido en los patrulleros, pero esos detalles serán indicados en la sección correspondiente ya que este adelanto es para darle entrada al hecho de que una correlación de esta naturaleza permite asumir una correlación biserial.

La correlación biserial es una versión especializada de la correlación de Pearson que se aplica cuando una de las variables es binaria. Siendo este el caso, esa medida estadística se utilizó para determinar la relación entre una variable dicotómica (binaria) y una variable continua.

Siendo esta correlación biserial (r_b) un caso particular de una correlación genérica, se mantiene que su rango siempre cae en el intervalo $[-1;+1]$, por ende, mantiene las caracterizaciones ya anunciadas, es decir: (a) $r_b = 0$ indica que no hay correlación entre las variables; (b) $-1 \leq r_b < 0$ significa que a medida que el valor de la variable continua aumenta, disminuye la probabilidad de pertenecer al grupo binario positivo; y (c) $0 < r_b \leq 1$, significa que a medida que el valor de la variable continua aumenta, también aumenta la probabilidad de pertenecer al grupo binario positivo.

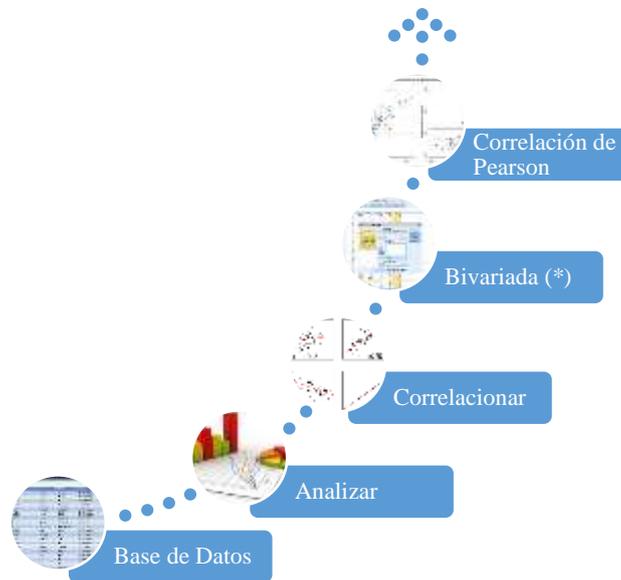
2.1.8 El SPSS y las medidas de la correlación

Entre varios compromisos demandados por los objetivos de esta investigación queda subsumida la necesidad de medir la correlación entre dos variables, pero el número de datos procesados fue alto y los compromisos matemáticos para determinar las correlaciones y su significancia estadística demandó utilizar a un programa estadístico como el SPSS 27 (IBM SPSS Statistics, 2019), poseedor de una capacidad para trabajar con grandes bases de datos y una sencilla interfaz que permite realizar una multiplicidad de cálculos usando el comando análisis.

En este caso, el SPSS se utilizó para determinar correlaciones biserials entre parejas de variables y la ruta utilizada para analizar la data se muestra en la Figura 3, siendo necesario hacer nuevas especificaciones en la parte metodológica.

Figura 3

Secuencia de pasos a utilizar en el SPSS para analizar correlaciones biserialas (*)



Nota: Elaboración propia. (): dado que no existe una opción explícita para la correlación biserial puntual en la versión SPSS 27, se utilizó el análisis de correlación bivalente con empleo del método de correlación de Pearson para aproximar un coeficiente biserial puntual.*

Se advierte, que con este mismo programa se determinaron estadísticos descriptivos y se elaboraron tablas cruzadas con otros datos obtenidos en la encuesta llenada por el personal policial.

2.2 Marco Legal

Las bases legales presentadas en este documento se hicieron con la intención de respaldar la investigación sobre la exposición al CO del personal policial al interior de vehículos patrulleros. En este sentido, se hace mención a leyes, reglamentos, acuerdos y normativas, nacionales e internacionales para poder establecer un marco jurídico que garantice ambientes laborales seguros y saludables, habida cuenta de que en el fondo se busca promover medidas de control que mejoren las condiciones de la fuente y del trabajo del personal policial en función del control de los riesgos asociados con la exposición al CO.

En la Constitución de la República del Ecuador (2008) existe un compendio de articulados que respaldan lo expuesto en esta investigación. Entre ellos se mencionan a los siguientes:

- El Título I donde aparecen los elementos constitutivos de dicha constitución y se establece, en el Art. 32, que “la salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir” (p. 34), destacándose que los ecuatorianos deben gozar de una atención integral de salud, lo cual da el derecho a disfrutar de ambientes sanos.
- Respecto al trabajo y a la seguridad social: esta constitución también reza, en su Art. 34, que toda persona tiene “derecho a la seguridad social [regida por] principios de solidaridad,..., eficiencia,... y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas” (p. 34). En este sentido, imana el pleno derecho a la seguridad social.
- Complementariamente, la constitución también contempla, en su Art. 326, numeral 5, que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (p. 152).

Todos estos aspectos son refrendados por la Resolución C.D. 513, Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo establecido por el Instituto Ecuatoriano de Salud de Ecuador (IESS, 2017), primariamente inspirado por el cumplimiento del artículo 326 recién mencionado de la Constitución de la República del Ecuador (2008).

Otros aspectos contemplados en esta Resolución 513 también emergen en el cumplimiento de la esencia constitucional de Ecuador, sobre todo cuando tiene presente la responsabilidad patronal en casos de accidentes o enfermedades profesionales causadas por incumplimiento de normas de prevención de riesgos, tal como acontece cuando no se tienen garantías de ambientes sanos y saludables. En este sentido, esta Resolución plantea una serie de objetivos, con respaldo constitucional, donde pregona la necesidad de laborar en espacios adecuados y controlados para el trabajo donde, por ejemplo, las condiciones atmosféricas de las salas de trabajo deben ser adecuadas.

De esta Resolución C.D. 513 del IESS (2017) también se destaca, en el Capítulo II de las enfermedades profesionales u ocupacionales, al Artículo 6 donde se contempla protección al trabajador respecto a “afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral” (p. 10). Aquí también se perfila un criterio ocupacional, que forma parte del Artículo 7, donde se garantiza el estudio “de la exposición laboral para determinar la relación causa- efecto y el nivel de riesgo de las actividades realizadas por el Afiliado, la cual se incluirá en el análisis de puesto de trabajo realizado por el profesional técnico en Seguridad y Salud en el Trabajo del Seguro General Riesgos del Trabajo” (p. 10).

Para efectos de protección de los trabajadores, esta Resolución 513 tiene previsto atender “enfermedades causadas por sustancias asfixiantes como monóxido de carbono” (p. 32), teniendo presente que provisión de sistemas de ventilación y monitores para controlar “el porcentaje de oxígeno y los gases...como óxidos [el] monóxido de carbono...cuyas concentraciones deberán ser inferiores a los límites permisibles” (p. 161).

Otra instancia de interés para sustentar legalmente el desarrollo de esta investigación está representada por el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores (2004), donde se sostiene, en su Artículo 2, que la normativa prevista en ese “instrumento tiene por objeto promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control” (p. 4), siendo necesario prevenir riesgos derivados del trabajo. A tal efecto, se “deberán implementar o perfeccionar sus sistemas nacionales de seguridad y salud en el trabajo, mediante acciones que propugnen políticas de prevención y de participación del Estado, de los empleadores y de los trabajadores” (p. 4).

Tomando en consideración todos estos preceptos inspirados en la prevención de riesgos que puede afrontar cada ciudadano, urge tomar medidas, y hacerlas cumplir, orientadas para que toda actividad laboral se desarrolle en ambientes adecuados que vayan siempre en pro de la salud y del bienestar de trabajadores como los policías que suelen correr muchos riesgos por exposición al CO que pudiera estar alojado en los patrulleros.

Lo cuantitativo se sostiene por la recopilación y el análisis de datos numéricos emergentes de los propios reportes obtenidos. Como se hizo recolección de datos usando este enfoque, Hernández et al. (2014) establecen que ese proceso “es equivalente a medir” (p. 262) y, en este caso, se realizaron diferentes mediciones de CO que también fueron analizadas e interpretadas con apoyo de normas sostenidas en referentes numéricos obtenidos por patrones especificados en las normas ya especificadas en otras secciones.

Siguiendo la ruta recomendada por Hernández et al. (2014), cuando se desarrollaron los procesos de medición, los datos numéricos fueron analizados con apoyo de la estadística descriptiva e inferencial fundamental para desarrollar el diseño y poner a prueba las hipótesis y las variables que se determinaron a partir de la sustanciación de los objetivos. Todo eso fue posible desde el momento en que se realizaron las mediciones de las variables en un contexto específico que luego fueron analizadas usando esos métodos estadísticos e interpretadas a la luz de los postulados teóricos obtenidos de la literatura y de otros hallazgos reportados por investigadores quienes también proporcionan información relevante sobre este asunto de interés indagatorio.

Finalmente, se extrajeron conclusiones a la luz de los resultados discutidos hasta concretar la propuesta de medidas de control que aspira disminuir o erradicar los riesgos de las fuentes emisoras de CO, hasta mejorar las condiciones de trabajo del personal policial expuesto a la presencia de este gas tóxico en los habitáculos de sus patrulleros.

La necesidad de abordar discusiones sostenidas en el tratamiento de la literatura se hizo con apoyo de la técnica de análisis de contenidos, lo cual permitió respaldar las discusiones de los resultados obtenidos en esta investigación contra otros hallazgos reportados por otros investigadores en torno a la problemática de interés indagatorio.

Todos esos aspectos permitieron construir una secuencia, guiada por los objetivos que decantó en una ruta que ayudó a la construcción de tres (3) fases ligadas a los riesgos asociados con la presencia de CO en los patrulleros, considerando que este factor químico ambiental requiere ser controlado y así poder delimitar una serie de medidas orientadas hacia el mejoramiento de las fuentes y, por ende, de las condiciones de trabajo del personal policial. A saber, esta secuencia se planteó siguiendo la siguiente ruta metodológica:

1. Diagnóstico del problema;
2. Determinación e interpretación de las mediciones a la luz de los postulados teóricos derivados de la literatura; y
3. Establecimiento de medidas de control

Respecto al tipo de investigación, la misma fue orientada por la esencia de los objetivos, por eso responde a ser una investigación descriptiva-correlacional, de campo, observacional, y transversal donde lo: (a) descriptivo apuntó a la caracterización del fenómeno en base a datos numéricos, sin intervenir en el fenómeno ni manipular variables; (b) observacional implicó observar el fenómeno y registrarlo, tal como se presentó en su entorno natural, sin que mediara la manipulación de variables de forma activa; y (c) correlacional obligó a analizar la relación entre parejas de variables, lo cual no obligó a una relación causal y d) de campo, por cuanto los datos fueron tomados directamente de la fuente y de los sujetos involucrados en la problemática.

Además, la investigación es de tipo transversal porque tomó en cuenta un solo punto en el tiempo en la medición de la presencia de CO en cada patrullero, aunque, en esencia, pudo ser longitudinal porque se hicieron mediciones en seis (6) tiempos diferentes en cada patrullero, en el lapso del 1 día como patrón temporal.

La razón del porqué la investigación se consideró transversal, en vez de longitudinal, se debe a lo siguiente: (a) para el cálculo de la correlación biserial se tomó el promedio de la cantidad de CO medida en cada patrullero, en vez de cada cantidad medida en cada una de la seis (6) veces en que efectuó la medición en cada patrullero; y (b) la encuesta aplicada a cada policía se hizo en un solo momento.

La razón de considerarse de campo (Arias Odon, 2012), se debe a que los datos se recogieron directamente de los objetos, sujetos y entornos en el que se produjeron los hechos (datos primarios), sin modificar ni regular ninguna variable. Complementariamente, Campos Ocampo (2019) agrega que la obtención de mediciones obliga al investigador a buscar el objeto para poder obtener la data que se debió a un proceso de cuantificación.

A la luz de los resultados obtenidos en una serie de mediciones de la cantidad de CO alojada en los patrulleros, según consideraciones y normas ya existentes, se conjugaron los hallazgos obtenidos en esta oportunidad con los postulados teóricos derivados del análisis de contenido aplicado a los hallazgos de otras fuentes que también estudiaron el comportamiento del CO y sus riesgos, aceptando que toda esa información no solo provino de Ecuador o de las zonas aledañas al lugar donde transitan y se estacionan esos vehículos, sino de otras fuentes internacionales que visibilizan consideraciones puntuales y útiles para robustecer la creación de propuestas dirigidas a establecer acciones de control del riesgo, para mejorar las condiciones actuales de los patrulleros y de los servidores policiales adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023.

Los compromisos derivados de las mediciones realizadas, se marcaron bajo una investigación descriptiva que permitió analizar e interpretar los datos recolectados en los habitáculos de los patrulleros, lo cual sustentó el establecimiento de las acciones de control del riesgo dirigidas a mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales ya mencionados.

Orientados con Tamayo y Tamayo (1999), este alcance solo permite describir, densamente, los resultados a la luz de los postulados obtenidos de la revisión de la literatura, aclarando que básicamente no se estuvo interesado en comprobar explicaciones causales versus personal policial contaminado, así como tampoco se plantearon hipótesis estadísticas que alumbran modelos predictivos, puesto que solo se asumió la consideración de sujetarse a lo medido en la aplicación del instrumento que reporta la cantidad de CO alojada en los patrulleros y su correlación con la variable dicotómica que, en su esencia, señala si cada policía había experimentado síntomas relacionados con el tiempo de exposición en el patrullero.

3.3 Procedimientos de investigación

Según la secuencia avizorada, esta investigación se concretó en 3 fases (F), en correspondencia con los objetivos específicos aquí planteados, partiendo desde el diagnóstico de los escenarios de los puestos de trabajo para establecer factores que influyen en la

exposición del CO, hasta la concreción de una propuesta para mejorar las condiciones de los patrulleros y, en consecuencia, mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales.

En la Figura 5 se visibiliza lo planteado en esta trayectoria investigativa, la cual se asienta justo con la esencia de cada uno de los objetivos específicos que, luego de lograrse, permitieron evaluar la exposición al CO del personal policial al interior de vehículos patrulleros para establecer medidas de control.

Figura 5

Fases de la Investigación



Fuente: Elaboración propia.

Según las descripciones que aparecen en la Figura 5, respecto a cada una de las fases, las mismas se detallan a continuación:

3.3.1 Fase 1 (F1)

Diagnosticar las condiciones de los puestos de trabajo para establecer factores que influyen en la exposición del CO.

Para desarrollar medidas frente a la exposición al CO fue necesario considerar sus fuentes de emisión, sin que se manejara la variable control del ambiente en el que se aloja el contaminante. Todo se hizo para concretar **el diagnóstico de los puestos de trabajo,**

concretamente de las patrullas y sus correspondientes cabinas, lo cual sirvió de insumo para proponer medidas de control del factor de riesgo debido al CO.

Garantizar la seguridad y reducir los riesgos relacionados con la exposición a este tipo de contaminantes es fundamental dado que intervienen factores asociados con las fuentes de emisión y otros aspectos concomitantes. Tales factores fueron avizorados desde la revisión de la literatura que trata la temática, incluyendo investigaciones visibles, leyes, reglamentos y normativas como la NTE INEN 2204 (2002) donde se encontraron detalles que resultaron útiles, tanto para orientar la revisión de las condiciones de los patrulleros, como para realizar la medición de la cantidad de CO presente en los habitáculos de los mismos.

En detalle, el diagnóstico se llevó a cabo con apoyo de una Check List que permitió *para revisar las condiciones de los vehículos patrulleros* (Ver Anexo 1) asignados al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023.

Con la Check List se registraron varias especificaciones identificatorias de cada patrullero tales como marca, modelo, cilindraje, tipo de combustible, año de fabricación, tipo de vehículo y kilometraje acumulado de recorrido por cada patrullero. Eso se hizo con el vehículo recién desalojado por parte de los trabajadores policiales. De inmediato, se registraron los detalles de todos los mecanismos señalados en la lista (ver Tabla 7) y eso ocurrió justo antes de realizar las mediciones de las cantidades de CO alojadas en sus habitáculos.

Tabla 7

Formato de revisión para detectar funcionamiento de mecanismos del patrullero, antes de la medición

Parte del vehículo	¿El mecanismo de apertura		¿El mecanismo de cierre		Observaciones
	funciona?	no funciona?	funciona?	no funciona?	
Calefacción					
Ventoleras del climatizador					
Ventana delantera izquierda					
Puerta delantera izquierda					

Ventana delantera derecha
Puerta delantera derecha
Ventana posterior izquierda
Puerta posterior izquierda
Ventana posterior derecha
Puerta posterior derecha

Nota: Sección del instrumento construido por el autor denominado Check List

El formato configurado en la Tabla 7, se corresponde con una sección de la Check List en referencia, con lo cual se registraron los siguientes mecanismos: (a) cierre de puertas y ventanas; (b) calefacción; (c) ventoleras del climatizador; (d) ventana y puerta delantera izquierda; (e) ventana y puerta delantera derecha; (f) ventana y puerta posterior izquierda; y (g) ventana y puerta posterior.

Las razones que sustentan la toma de esos registros centrados específicamente en las fuentes se respaldan en función de las condiciones de los patrulleros por donde pudiese controlarse el ingreso o el desalojo de cantidades de CO presentes en sus habitáculos.

3.3.2 Fase 2 (F2)

Determinación de la exposición al CO al personal policial, para establecer si sobrepasan los límites permitidos en base a normas.

A continuación, se detalla el proceso seguido para determinar la cantidad de CO dentro del habitáculo de cada patrullero:

- Se dispuso del instrumento de medición de CO, el cual fue calibrado para garantizar datos reales y confiables. El instrumento, en cuestión, fue un medidor portátil de calidad del aire interior 77597 AZ EB y para revisar su buen funcionamiento se contrató un personal técnico calificado, el cual certificó el buen estado del instrumento y procedió a calibrarlo. En cuanto a la manera de usarlo, se garantizó el respaldo técnico de un profesional de su manejo, lo cual reforzó la maximización de uso de sus

mecanismos y se minimizaron los procesos que pudieran sesgar los valores obtenidos por falta de control de los diferentes tipos de errores.

- Establecidos los requerimientos previos para garantizar que las medidas reportadas fueran lo más precisas posibles y con tendencia a tener un mínimo margen de error que no se deba las variables ya controladas, se procedió a realizar las mediciones, siguiendo las normas VLA-EC y UNE EN-689: 2019 (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020) donde se estipula que cada medición debe tener una duración de 15 minutos, siguiendo intervalos aleatorios de una hora y en otros casos entre cuatro a seis horas de diferencia, lo cual se cumplió en todos los casos.
- Antes de continuar, es necesario precisar que lo correspondiente a la norma UNE EN-689: 2019 (INSST, 2023), la cual denota la exposición en el lugar de trabajo y la medición de la exposición por inhalación de agentes químicos, es propuesta por el Comité Técnico de Seguridad y Salud en el Trabajo adscrito al organismo Nacional de Normalización de España (INSST, 2023). Con ella se ofrece un enfoque general para evaluar la exposición a sustancias químicas, incluyendo procesos a seguir en la medición e interpretación de los datos, según protocolos.
- Para poder realizar las mediciones de CO en cada el patrullero se exigió que el mismo fuera estacionado en las instalaciones del distrito y luego se requirió un desalojo total del patrullero como condición indispensable para realizar la revisión y evitar riesgos.
- El vehículo desalojado y estacionado se dejó con el motor encendido, vidrios de las ventanas y puertas cerradas en su totalidad, aire acondicionado encendido o, en su defecto, calefacción encendida, según los requerimientos climáticos del momento.
- Para hacer las medidas se utilizó una cámara interior como medida de prevención. La misma se colocó en el interior de la cabina del vehículo, enfocando su visor hacia la pantalla del equipo medidor.

- Para determinar los niveles de exposición al CO se utilizó como referencia la Tabla 4 construida con aportes dados por el INSSST (2023) y CPSC (2023)., donde se indican los correspondientes límites de exposición a varios agentes químicos como el CO. En lo referente a este gas, el referencial que se tomó como Valor Limite Superior Ambiental a Exposición Diaria (VLA-ED) fue de 20 ppm, para jornada laboral de 8 horas cada día, y como Valor Limite Ambiental Superior a Corta Duración (VLA-EC) fue de 100 ppm, para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral.
 - Complementariamente, al momento en que cada agente policial abandonaba al vehículo patrullero que abordaba, y al cual se le hicieron sus correspondientes mediciones de alojamiento de CO, se les preguntó si en ese vehículo, o en otros patrulleros, había experimentado dolores de cabeza, mareos, vértigos, molestares estomacales, problemas respiratorios u otros síntomas, con mayor frecuencia que lo habitual, cuando estuvo dentro del patrullero o luego de abandonarlo. Se adelanta que esta primera muestra de patrulleros asociada con la cantidad de CO medida en cada patrullero se utilizó para la determinación de correlaciones entre variables que luego se mencionan.
 - Simultáneamente, se envió una encuesta (ver Anexo 2) a todos los funcionarios policiales adscritos al distrito (602 policías). Dicha encuesta se hizo en un formato Google Forms (ver anexo 2) y mediante la misma se recopiló una serie de datos sociodemográficos y conocimientos generales sobre los riesgos del CO, medidas preventivas y síntomas que haya experimentado en relación con este gas. La cantidad de encuestas respondidas definió una segunda muestra, ahora de policías respondientes de la misma: 213 casos.
 - Para la aplicación de dicha encuesta y la revisión de los patrulleros fue necesario un permiso oficial por parte de la Comandancia del Distrito y el consentimiento informado por parte de cada policía que participó en las encuestas.
 - Con los datos obtenidos de una de las preguntas de la encuesta, previamente registrada al momento en que los policías desalojaron cada patrullero que abandonaba, se configuró una tercera muestra requerida para determinación de correlaciones

biseriales acopladas a métodos estadísticos no paramétricos donde se relacionó una variable nominal dicotómica versus una continua. Las variables, a saber, fueron:

- “Experimentación de síntomas” (*variable nominal dicotómica*), la cual se derivó de la pregunta oral realizada al personal policial a su salida del patrullero: *¿Ha experimentado dolores de cabeza, mareos, vértigos, molestares estomacales, problemas respiratorios u otros síntomas, con mayor frecuencia que lo habitual, cuando está dentro de un vehículo patrullero en su jornada laboral o después de abandonarlo?*, seguida de las opciones; SI o NO. Para efectos de cálculo numérico requerido en la correlación se les codificó así: 1 = SI y 0 = NO, donde 1 indica que el policía presentó síntomas y 0 el caso contrario.
- “Cantidad de Monóxido de Carbono presente en el patrullero” (*variable continua*) a la cual se expusieron esos los agentes en particular. Este se interpretó según los niveles de riesgos que se especifican en la Tabla 4.

Los datos señalados se procesaron primero en Excel debido al reporte de Google Forms y luego en el programa SPSS por disponer en su menú el tratamiento de parejas de datos necesarios para determinar correlaciones biseriales. Desde allí se generaron reportes de los referentes descriptivos de las variables relacionadas y de los valores de la probabilidad que permitieron tomar decisiones y demostrar si las correlaciones que se plantean luego son significativas o no, con un nivel de significación de 5%; es decir, con un grado de confianza correlacional del 95%.

Para determinar esta significancia en la correlación biserial entre dos variables relacionadas, fue necesario plantear hipótesis estadísticas, con un nivel de significación del 5%. En primera instancia, las hipótesis de investigación se plantearon bajo el siguiente formato:

- Hipótesis nula (H_0): No existe relación entre la experimentación de síntomas por parte de los agentes policiales que usan los patrulleros y la cantidad de CO a la que estuvo expuesto.

- Hipótesis alternativa (H_1): Existe relación entre la experimentación de síntomas por parte de los agentes policiales que usan los patrulleros y cantidad de CO a la que estuvo expuesto.

De acuerdo con el reporte dado por el SPSS, se comparó el valor de la probabilidad (p) calculada (p_{calc}) en el SPSS, con $\alpha = 0,05$ (nivel de significación) a la luz de lo siguiente:

- $p_{\text{calc}} < \alpha \Rightarrow RH_0$, es decir, se rechaza la hipótesis nula
- $p_{\text{calc}} \geq \alpha \Rightarrow \sim RH_0$, es decir, no se rechaza la hipótesis nula.

Posteriormente, se plantearon nuevas hipótesis de investigación bajo el mismo tenor, según parejas de variables especificadas cada vez. Eso se observa en el Capítulo IV

3.3.3 Fase 3 (F3)

Elaboración de propuesta de medidas de control del factor riesgo, para mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales.

En esta fase se concretó lo referido a las especificaciones de las medidas de control del factor riesgo, para mejorar las condiciones laborales de los patrulleros y, por ende, de los servidores policiales.

Los procedimientos seguidos para la construcción de la propuesta se detallan en el Capítulo V. Tales procedimientos se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Monitoreo del mantenimiento preventivo regular de los patrulleros.
- Mejora en la construcción y uso de patrulleros adecuados.
- Implementación de sistemas de alerta temprana.
- Programas de sensibilización y capacitación relacionados con los patrulleros.
- Concienciación del personal policial sobre los riesgos del CO en los patrulleros.
- Equipamiento de los patrulleros para tomar decisiones urgentes.
- Incorporación de las TIC en el sistema de alerta temprana.

- Programas de campaña para difundir información sobre los riesgos del CO.
- Entrenamiento en gestión emocional y desarrollo de resiliencia para cuando se deban afrontar adversidades ligadas con la presencia de CO en los patrulleros.
- Plan de capacitación integral para el personal policial.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Según Trujillo et al. (2019), las técnicas de investigación se refieren a los medios utilizados de manera intencional y sistemática para abordar diferentes procedimientos. Estas técnicas son diseñadas y aplicadas por el investigador, y permiten recopilar datos de fuentes relevantes.

La *Check List* utilizada para la revisión de las condiciones de los patrulleros permitió obtener información directa sobre el funcionamiento de mecanismos específicos de dichos vehículos. Los datos se recopilaron mediante formatos controlados que requerían respuestas dicotómicas: Sí- No.

Además, se aplicó una *encuesta sociodemográfica* on line formulada desde Microsoft Forms con la que se recopiló información sobre género, edad, años de servicio como agente policial, número de horas y días de trabajo en los patrulleros. También se indagó sobre el conocimiento de los riesgos del CO, incidentes previos, medidas de autocuidado, prevención y experimentación de síntomas. Estos últimos aspectos se plasmaron en formato dicotómico y sus respuestas no comprometían la estabilidad del cuerpo policial en relación con sus instancias gerenciales (Ver Anexo 2). Para determinar la cantidad de CO alojada en cada patrullero, se utilizó el instrumento de medición previamente especificado.

3.5 Población y Muestra

Para desarrollar la presente investigación, se tomó como referencia a dos poblaciones, una conformada por la cantidad de vehículos patrulleros marca KIA que, para el mes de marzo de 2023, estaban activos en el Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador: 10 vehículos; la otra conformada por el total de policías que laboraban dentro del Distrito, para la fecha de aplicación de la encuesta (602), asumiendo que una población es

el “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández et al., 2014. p. 174).

3.5.1 Los patrulleros

La población de patrulleros Marca: KIA, Clase B, Tipo B-02 adscritos, para marzo de 2023, al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, fue de 10 patrulleros, pero para el momento de la puesta en escena de los procesos de esta investigación solo existían 8 activos, dado que los otros estaban siguiendo procesos de mantenimiento o de reparación que no afectaron la realización de esta investigación.

Siendo así, el muestreo de patrulleros se hizo con base a disponibilidad, por tanto, resultó ser no aleatorio dado que no mediaron requisitos específicos que limiten el desarrollo del estudio. Como la población es pequeña, se decidió hacer las mediciones en todos los patrulleros, lo cual se correspondió con un muestreo tipo censal (Hurtado, 2000): ¡participaron todos!.

Para tomar las mediciones de CO alojada en los patrulleros privilegió, tanto el permiso oficial concedido para efectuar las mediciones, como el consentimiento informado de cada policía involucrado en la investigación (policía conductor del patrullero y colegas acompañantes en la jornada de trabajo), todo en función de facilitar la labor de medición correspondiente.

3.5.2 Los agentes policiales

En relación con la cantidad de policías adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, se tiene que para la fecha de envío de las encuestas esa población era de 602 policías, por lo que se procedió a enviar el link de una encuesta, vía correo electrónico y/o vía WhatsApp, a cada uno de los policías adscritos que disponían de este medio, generando un tiempo prudencial de retorno de respuesta de 5 días. Esta encuesta conformada por 9 ítems representativos de los aspectos ya señalados y de respuesta obligatoria fue diseñada en Google Forms y validada por juicio de expertos.

De los 602 policías, solamente respondieron 213, con ellos se configuró la muestra de quienes ya habían firmado el *consentido informado*. En ese grupo está una submuestra de los 25 policías que desocuparon a los patrulleros, antes de hacer las mediciones.

3.6 Consideraciones bioéticas

Las personas que aportaron datos e información importantes para alcanzar los objetivos de esta investigación desempeñaron un papel preponderante para la creación de los conocimientos derivados de este estudio.

Dado que el objetivo y la naturaleza de la investigación pudiera comprometer algunas cuestiones derivadas de la cadena de mando y del carácter confidencial de algunas actuaciones policiales, en cuanto a lo que pudieran decir por estar expuesto al CO alojado en los patrulleros, se hizo necesario orientarse por lo aportado por autores como Flores-Enríquez & Abad-Sojos (2018) y Andrade-Narváez (2020), desde lo cual se garantizó:

1. La obtención del consentimiento informado de los participantes tras revelarles los objetivos del estudio, los procedimientos implicados, los riesgos y los beneficios, así como su derecho a retirarse voluntariamente del estudio en cualquier momento. En este sentido, se requirió la aprobación de la máxima autoridad distrital de la Institución, además del permiso informado de cada encuestado con los instrumentos mencionados.

2. La confidencialidad de los datos recogidos.

3. La generación de medidas de control que beneficien a las fuentes y mejoren las condiciones de trabajo de los agentes de policía, limitando al mismo tiempo riesgos y daños de los participantes, y evitando cualquier detrimento innecesario. Para lograr este objetivo, fue crucial proporcionar datos valiosos basados en los principios de "beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia" (Flores-Enríquez & Abad-Sojos, 2018, p. 29).

4. La investigación se desarrolló con rigor científico y apegado a normas científicas. Esto implicó el uso de estrategias y procesos adecuados para garantizar la exactitud y confiabilidad de los resultados.

5. Para evitar la falsificación o manipulación de los resultados, se decidió socializar los hallazgos, lo cuales estarán visibilizados y, por ende, a disposición de los agentes

policiales, las instancias de comando policial, la comunidad científica y la sociedad en general.

Aunque no son únicas, estas consideraciones bioéticas fueron esenciales para garantizar que la investigación se llevara a cabo bajo un marco de respeto de los derechos y del bienestar de los participantes en el estudio, en base a una ética y una responsabilidad acorde con los derechos constitucionales de los ciudadanos involucrados en este estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Este capítulo reporta los resultados de la investigación, así como los análisis e interpretaciones de los datos del estudio. Por ende, contiene explicaciones alcanzadas en función de las discusiones correspondientes. Todos estos aspectos integran, simultáneamente, el análisis de los datos con la discusión de los hallazgos a fin de preservar la coherencia y evitar la pérdida de contexto.

Los hallazgos derivados del análisis se presentan en distribuciones frecuenciales suministradas mediante tablas, figuras y otros recursos cuantitativos que se ofrecen para acompañar las comparaciones de los resultados obtenidos en esta investigación con los hallazgos de otras investigaciones previas que permitan llegar a conclusiones sustentadas. Igual ocurre con lo obtenido en los análisis derivados de las pruebas de hipótesis de investigación sustentadas en correlaciones biserials planteadas en función de la cantidad de CO medida en cada patrullero y otros datos obtenidos mediante la encuesta aplicada a una muestra de 25 agentes policiales.

4.1 Condiciones de los puestos de trabajo para establecer factores que influyen en la exposición del CO: patrulleros Clase B, Tipo B-02, Marca KIA

El diagnóstico se llevó a cabo con apoyo de la *Check List para revisar las condiciones de los vehículos patrulleros de la flota KIA* asignada al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023. Para efectos de identificación y reporte, se utilizó la siguiente nomenclatura: P_i es el número del patrullero donde, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$.

La *Check List* formó parte de la inspección previa a la medida de la cantidad de CO presente en cada patrullero. Con esta inspección se identificó el tipo de vehículo y otras especificaciones técnicas (ver Tabla 8), lo cual se complementó con una evaluación visual de la cabina del vehículo, mecanismos de cierre y apertura de los cristales, cierre correcto de las puertas (ver Anexo 2) y visualización del sistema de escape del vehículo.

Tabla 8

Especificaciones generales de la flota vehicular Clase B, Tipo B-02, Marca KIA asignada al Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, año 2023.

N. ° del patrullero	Vehículo	Año	Kilometraje acumulado	Km x Año	Combustible	Cilindraje
P ₁	Kia Sportage	2014	243455	27050	Gasolina	2000 cc
P ₂	Kia Sportage	2014	164389	18265		
P ₃	Kia Sportage	2017	184223	20469		
P ₄	Kia Sportage	2014	323725	53954		
P ₅	Kia Sportage	2014	168858	18762		
P ₆	Kia Sportage	2014	295448	32827		
P ₇	Kia Sportage	2014	258921	28769		
P ₈	Kia Sportage	2017	148962	24827		
Promedio			223498	28116		

Nota. Elaboración propia que reporta valores registrados en función de la revisión de los documentos del vehículo y la lectura del odómetro que se encuentra en el panel frontal de control del vehículo.

Los datos expuestos evidencian que el kilometraje medio anual combinado de los 8 patrulleros es de 28116 km y el promedio de los kilometrajes recorridos por todos los patrulleros (223498 km) ofrece información útil sobre el uso y el desgaste general de la flota. Muñoz (2023) cita algunas fuentes en las que afirma que el kilometraje anual típico que se puede prever para un coche cualquiera está en el intervalo de 15000 a 27000 km y advierte que, si el kilometraje es demasiado alto, indica un mayor desgaste del vehículo, lo que podría requerir gastos inmediatos a gran escala en mano de obra y piezas de repuesto.

Comparando estos últimos referentes con el kilometraje promedio anual de la flota de patrulleros del Distrito Policial en proceso, puede observarse que ese promedio supera el

límite del rango normal proporcionado por Muñoz (2023), lo cual puede asociarse con un mayor desgaste de los vehículos. Es vital considerar que en caso de querer mantener la flota en buenas condiciones de funcionamiento, hasta donde sea posible, podría requerirse la implementación de una rotación de vehículos, de manera sistematizada, para prolongar la vida útil de la flota y minimizar los costos de mantenimiento.

Tomando en cuenta los valores específicos asociados con la antigüedad de cada vehículo, la Tabla 9 ofrece información de interés clasificatorio.

Tabla 9

Kilometrajes recorridos por años de uso del vehículo

Años de uso	Km Bajo	Km Medio	Km Alto
6 años	Menos de 90.000	De 90.001 a 162.000	Más de 162.000 (*)
9 años	Menos de 135.000	De 135.001 a 243.000	Más de 243.000 (*)

Nota: Sección de tabla reportada por Muñoz (2023), <https://www.autofact.cl/blog/comprar-auto/antecedentes/kilometraje-promedio-auto>: (*): corrección de error realizada por el autor

Según la Tabla 8, el 75% de la flota de patrulleros adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador tiene una antigüedad de 9 años y apenas 2 de ellos tienen de 6 años de antigüedad. Al comparar estos valores que aparecen en la Tabla 8 y con los referenciados por Muñoz (2023) en la Tabla 9, se evidencia que 4 de los 6 patrulleros de la flota del año 2014 caen en la categoría de kilometraje alto, mientras que los otros casos, se clasifican en el intervalo medio. Análogamente, 1 de los 2 vehículos del año 2017 cae en la zona de kilometraje alto mientras que el otro caso se ubica en el intervalo de kilometraje medio.

En el caso de los patrulleros que tienen 9 años de antigüedad, Muñoz (2023) reporta que probablemente necesiten mantenimientos regulares urgentes, a menos que se piense sustituirlos. De acuerdo con los hallazgos obtenidos en este estudio, se tienen 6 patrulleros bajo esta condición. En el caso de los que tienen 6 años, Muñoz (2023) también indica ese tipo de mantenimientos y la posibilidad de ingresar a un proyecto de renovación de flota es

medianamente urgente, por razones de desgaste general. Aquí también se observan dos casos demandantes de esta consideración.

Bajo estas circunstancias, toda la flota KIA de patrulleros adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador es candidata a formar parte de un plan de renovación, sobre todo si se toma en cuenta la necesidad de contar con vehículos que funcionen a plenitud, en todo momento de acción; obsérvese que siendo 223498 el kilometraje promedio registrado en la flota en referencia, este valor representa distancias recorridas importantes que también convocan inspecciones sistematizadas urgentes bajo la rutina del estado general de los vehículos y de su desgaste.

Respecto al kilometraje medio anual por vehículo de la flota KIA adscrita al Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador, se determinó que es de 28116 km, lo que refrenda la toma de acciones como las recién mencionadas, sobre todo si se toma en cuenta que la posibilidad de ingreso de CO al interior del patrullero puede ser importante, debido a problemas de combustión. El desgaste o ausencia de filtros y/o juntas son capaces de acrecentar los riesgos por contaminación por CO, en virtud de que esas razones comprometen la hermeticidad necesaria para evitar el ingreso de este gas tóxico al habitáculo del patrullero.

4.1.1 Mecanismos de los vehículos patrulleros

Mediante los registros obtenidos en la *Check List*, se determinó que el 100% de los patrulleros funcionan normalmente en cuanto sus mecanismos de calefacción y ventoleras del climatizador, así como todas las ventanas de los vehículos abren y cierran sin problemas aparentes. Igualmente, las puertas delanteras y traseras funcionan con normalidad, pero al revisar las condiciones de los tubos de escape de cada patrullero se certificó que el 87,5% se encontraba en situación regular, con cierto desgaste, y solo un caso presentaba mal funcionamiento.

Tomando en cuenta que toda la flota de vehículos, marca KIA, asignados a ese Distrito Policial es antigua, según los datos visibles en la Tabla 8, entonces puede presentar desgastes asociados con problemas de quema normal de su combustible. A tal efecto, es vital

apostar a un sistema de mantenimiento sostenido y eficaz o a un reemplazo de esta flota por el riesgo de alojar altos valores de CO en sus habitáculos.

En este orden de ideas, Almeida Padilla & Barreno Palomino (2022) también centraron su investigación midiendo el ingreso de CO en 10 vehículos marca KIA, registrando concentraciones cercanas a los límites permisibles. Ellos recomiendan monitoreos continuos de la calidad del aire en el habitáculo de los vehículos y esto apuesta a mantener la flota de patrulleros funcionando normalmente, en cuanto mecanismos ventilación y sistemas de escape se refiere; de lo contrario, se compromete la seguridad y salud de los usuarios de este tipo de vehículos. Siendo así, se avizora la necesidad de planificar y sostener mantenimientos rutinarios de la fuente productora de CO, o reemplazar la flota KIA completa del este Distrito Policial por ser antigua.

4.2 Cantidad de CO medida en cada patrullero

La cantidad de CO presente dentro del habitáculo de cada patrullero fue registrada con el medidor 77597 AZ EB, ya caracterizado en la Tabla 6, señalándose que estas medidas fueron categorizadas en función de las clases ya indicadas en la Tabla 4.

Las mediciones de cantidades de CO se obtuvieron e interpretaron según lo establecido por los valores de VLA-EC definidos en la Tabla 2, sustentado por el INSST (2023) y la UNE EN-689:19 (INSST, 2020). Por lo tanto, tuvieron una duración de 15 minutos cada una, siguiendo intervalos aleatorios de una hora, aunque hubo casos entre cuatro a seis horas de diferencia debido a la dinámica propia de este servicio. En todos los casos y antes de la medición, fue garantizado que el patrullero estuviera estacionado, desalojado, motor encendido y vidrios de las ventanas y puertas cerradas en su totalidad.

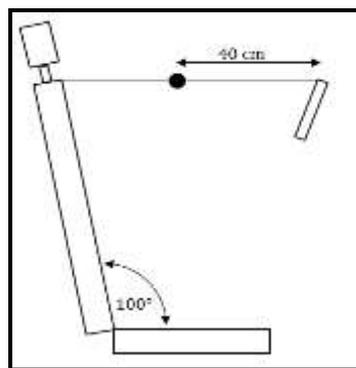
Siguiendo lo recién establecido, se realizaron 6 mediciones a cada uno de los 8 vehículos patrulleros de la muestra, los cuales cuentan con aire acondicionado, calefacción y tienen un kilometraje recorrido que oscila entre los 148962 km y 323725 km, tal como se observa en la Tabla 8.

En los Check List utilizados, se pueden verificar los registros de las mediciones realizadas en diferentes horarios dentro de las 24 horas que tiene el día, no pudiéndose fijar rangos de tiempos fijos debido a la operatividad y demanda del servicio de estos patrulleros al momento de prestar el servicio a la ciudadanía, por lo que no es común que permanezcan estacionados por largo tiempo y, normalmente, entran a circulación las 24 hora del día.

Para realizar dichas mediciones, se colocó un trípode sobre el asiento del conductor, el cual fue desplegado en razón de que la base de montaje alcance una altura de 40 cm medido desde la parte superior del volante hasta la parte inferior del reposacabezas, en la zona de respiración especificada por el INSST (2023: ver Tabla 1) donde se toma en cuenta lo plegado del conductor al asiento, formando un ángulo de 100° (ver Figura 6).

Figura 6

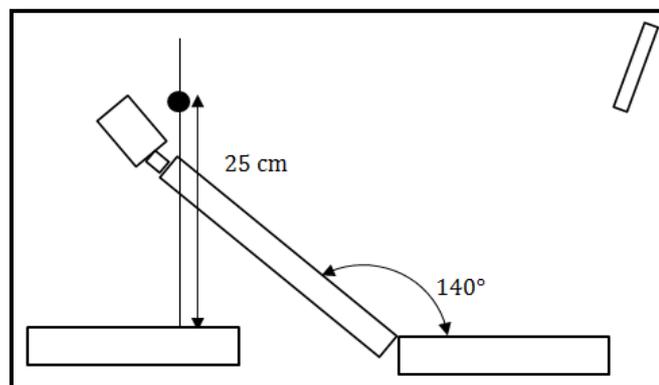
Punto de muestreo dentro del patrullero: primer escenario



Nota: Elaboración propia

Figura 7

Punto de muestreo del patrullero: Segundo escenario



Nota: Elaboración propia

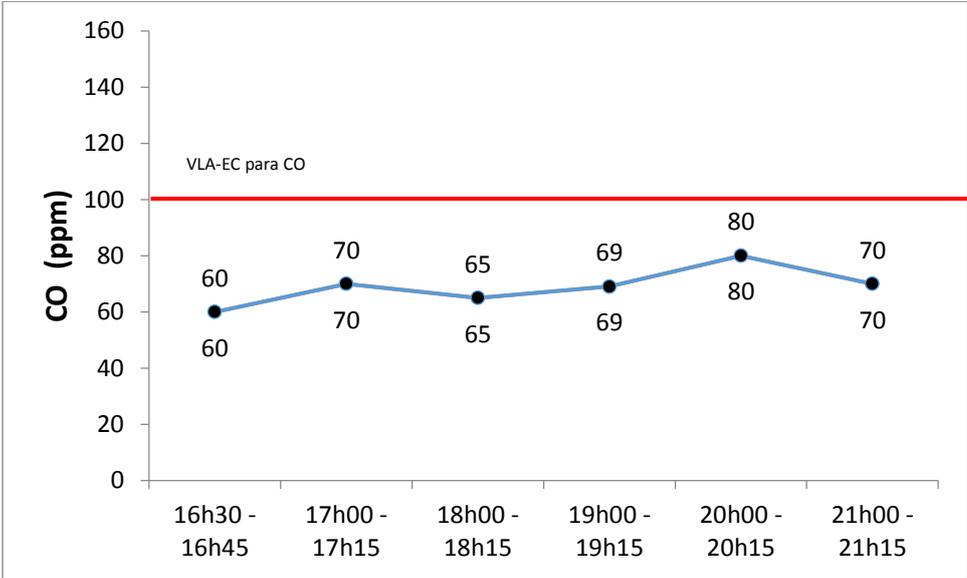
Posteriormente, se generó un segundo escenario donde se colocó el trípode sobre el asiento posterior del asiento del conductor y fue desplegado hasta llegar a ubicar que la base de montaje alcance una altura de 25 cm medidos en la zona de respiración del conductor y el asiento, formando un ángulo de 140° (ver Figura 7).

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de CO y otras especificaciones por patrulleros, identificando en cada caso la categoría de riesgo según la Tabla 4 donde se hace mención al referente VLA-EC sustentado por el INSST (2023).

Caso P₁: tomando como referencia el valor de protección para prevenir efectos de emergencia: 100 ppm, se construyó la Figura 8. De manera gráfica, se destaca que las 6 mediciones de CO caen en el intervalo [60; 80], con un promedio igual a 69 ppm.

Figura 8

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₁



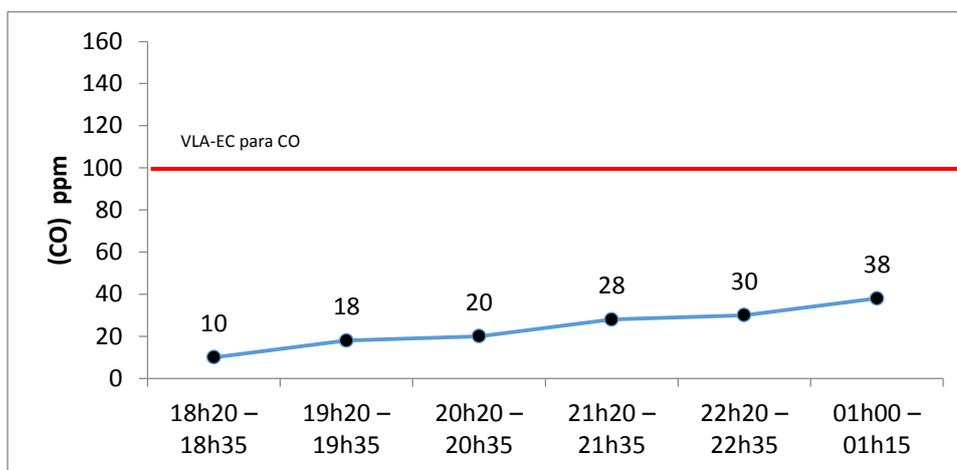
Nota: Elaboración propia

Al compararse ese promedio de 69 ppm con el VLA-EC crítico, el cual es de 100 ppm, su valor se ubica por debajo de esa referencia y está acotada por el intervalo [20;100]. Según las categorías presentadas en la Tabla 4, se ubica en la zona de riesgo moderado.

Caso P₂: En la Figura 9 puede observarse la serie de 6 mediciones recolectadas en el patrullero 2 y esos valores oscilan entre los 10 ppm y los 38 ppm, con un promedio de 24 ppm. Al comparar este promedio con el VLA-EC del CO de referencia de la Tabla 4, se determina que el riesgo a exposición de CO en este vehículo está bajo los 100 ppm y se ubica casi al inicio inferior de la zona moderada.

Figura 9

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₂



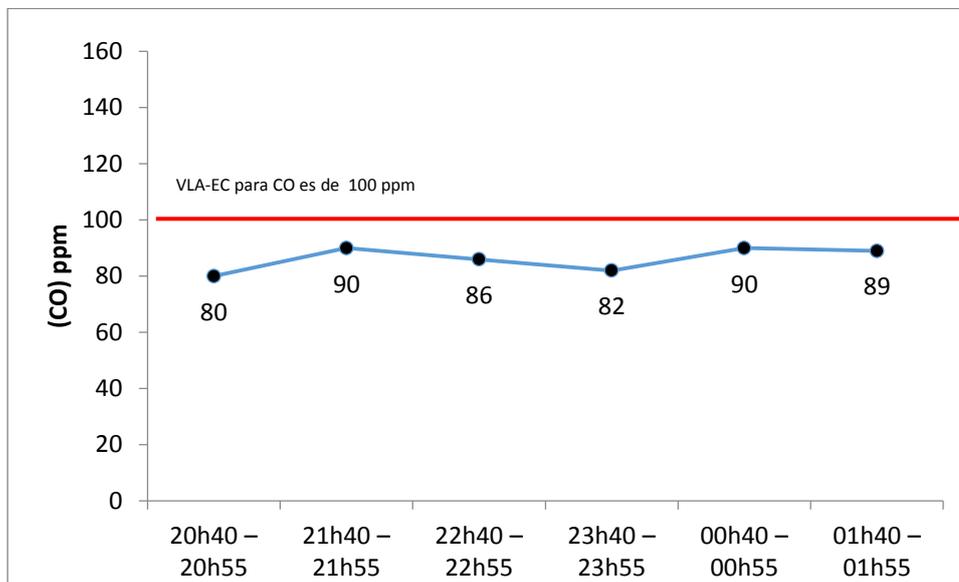
Nota: Elaboración propia

Caso P₃: En la figura 10 se evidencia que los datos correspondientes a las 6 mediciones de CO, realizadas al patrullero 3, oscilan entre los 80 ppm y los 90 ppm, que en promedio es igual a 86 ppm. Al comparar este promedio con el valor de referencia del VLA-EC visible en la Tabla 4, se puede determinar que, aunque este valor está por debajo de 100 ppm también cae en una zona moderada pero alta, aunque ningún valor de los 6 medidos supera la barrera de los 100 ppm.

Caso P₄: En la Figura 11 se observa que los valores de las 6 mediciones realizadas al patrullero 4 caen en el intervalo [105; 117] ppm, superando cada vez el valor del VLA-EC del CO que es igual a 100 ppm. Eso también sucede cuando se compara con el promedio medido en este patrullero, cuyo resultado es de 112 ppm. Siendo así, se presenta el primer caso que supera la cota superior de la zona moderada, la cual es de 100 ppm, y se ubica en la categoría de riesgo alto que está acotada los valores 101 ppm-150 ppm.

Figura 10

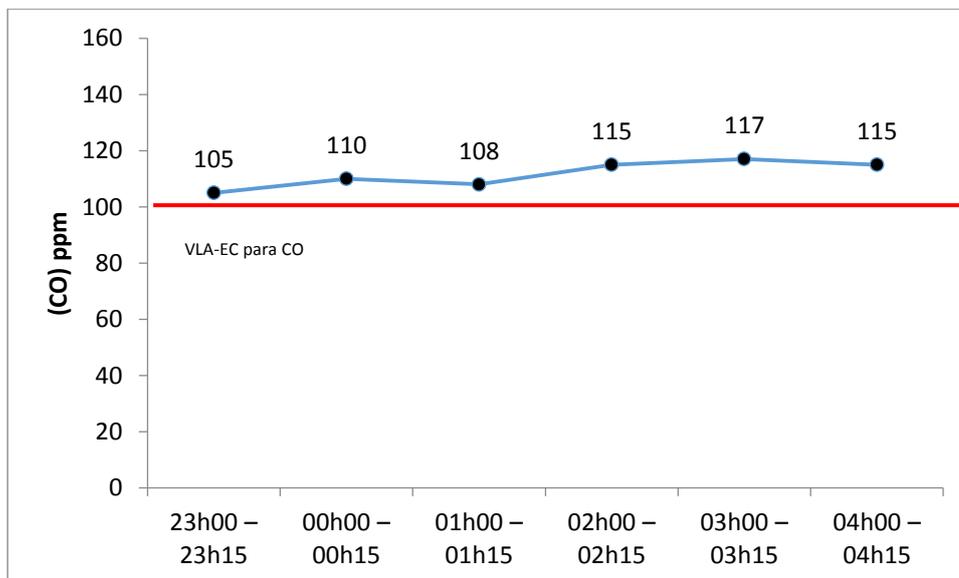
Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₃



Nota: Elaboración propia

Figura 11

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₄

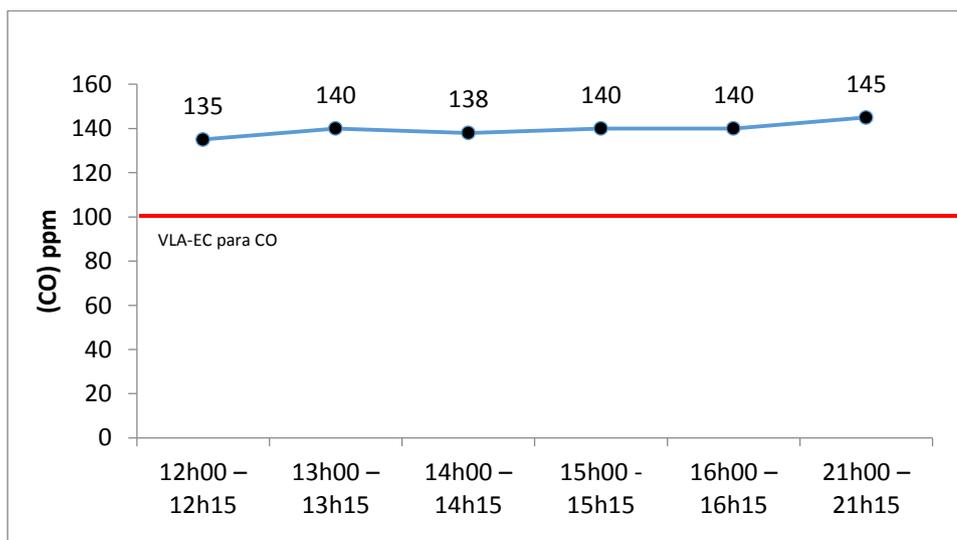


Nota: Elaboración propia

Caso P₅: Nuevamente se evidencia un caso que se ubica en la zona de riesgo alto y su promedio es igual a 140 ppm. Esto se representa en la Figura 12 donde se observa que cada uno de los 6 valores medidos en el patrullero 5 cae en el intervalo [135; 145] ppm y cada valor de las 6 mediciones también se ubica en esta zona de alto riesgo.

Figura 12

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₅



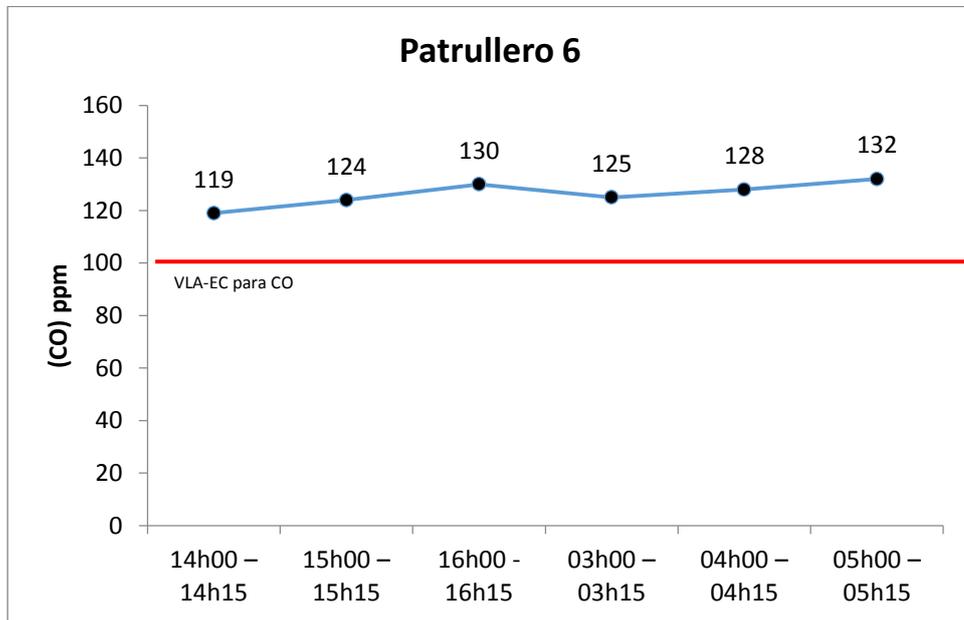
Nota: Elaboración propia

Caso P₆: En la Figura 13 puede observarse que las 6 mediciones realizadas en el patrullero se ubican en el intervalo [119; 132] ppm que supera el valor de referencia de la zona moderada acotada superiormente por 100 ppm, Eso también sucede con su valor promedio: 126 ppm, por lo que en todos los casos medidos están por encima de la zona de riesgo moderado.

Caso P₇: La Figura 14 también representa un nuevo caso que se ubica en la zona de riesgo alto y eso se debe al hecho de que cada valor medido de CO en el patrullero 7 se ubica por encima de la cota inferior de la zona de riesgo alto. Los 6 valores medidos se ubican en el intervalo [110; 120] ppm y su promedio representativo de las 6 medidas es igual a 116 ppm que también se ubica en la zona de riesgo alto.

Figura 13

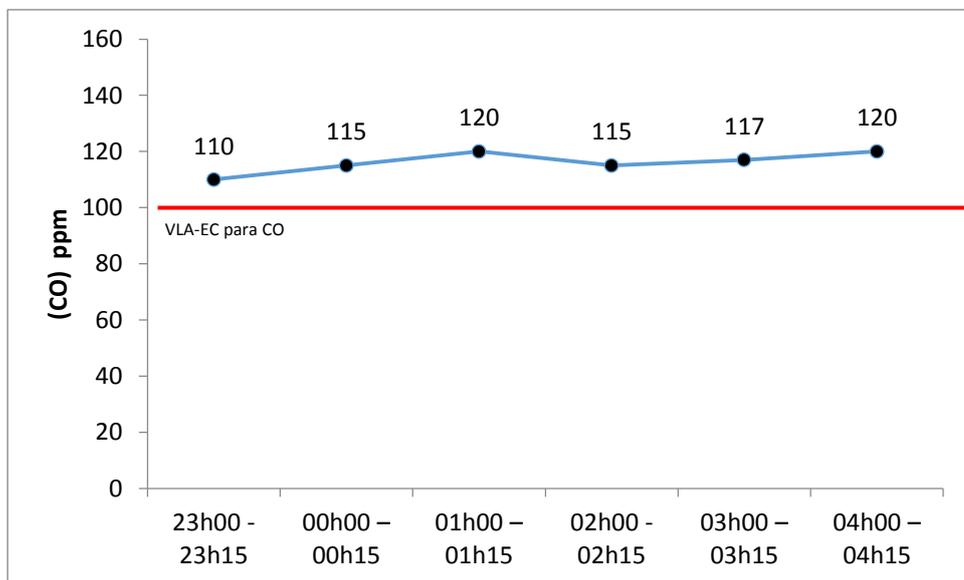
Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₆



Nota: Elaboración propia

Figura 14

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₇



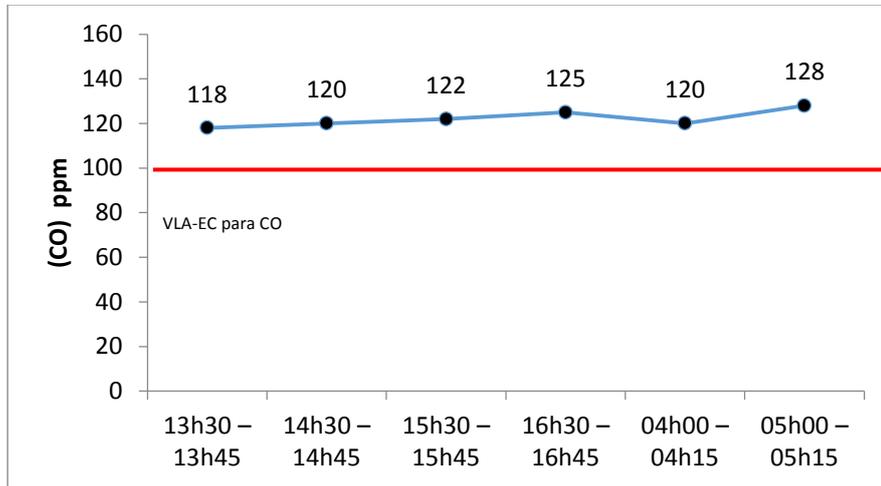
Nota: Elaboración propia

Caso P₈: La medición de cantidades de CO presente en el habitáculo del patrullero 8 oscila entre los 118 ppm y los 128 ppm y su promedio representativo es de 122 ppm. En la

Figura 15 se observa cada uno de los 6 valores medidos de CO y este caso cae en la zona de riesgo alto.

Figura 15

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes. Caso P₈



Nota: Elaboración propia

4.2.1 Resumen de todos los casos

La Tabla 10 muestra una compilación de los 8 casos que preceden y allí se observa el comportamiento de las cantidades de CO en cada patrullero en los 6 momentos de medición ya indicados considerando que, en todos casos, el tiempo de toma de cada medición fue de 15 minutos, en concordancia con lo establecido por el INSST (2012).

Esta Tabla 10 permitió construir la Figura 16 donde también se puede observar la compilación de las medidas de CO obtenidas en los 8 patrulleros de la muestra, pudiendo verificarse que 5 de los 8 patrulleros tienen promedios de valores de CO por encima del VLA-EC de riesgo moderado. La Figura 16 destaca, en el recuadro rojo, estos casos que se ubican en la zona de riesgo alto, a la luz de lo referenciado por el INSST (2023) y la CPSC (2023): superan el VLA-EC del CO de 100 ppm, pero eso no reporta, como se indica más adelante, una relación significativa al tomar en cuenta lo que dicen los 25 policías que desalojaron esos vehículos particulares, donde se observó la presencia de cantidades elevadas de CO.

Tabla 10*Medición de concentraciones de CO de todos los patrulleros*

Vehículo	Resultados (en ppm)						Promedio (en ppm)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	
P₁	60	70	65	69	80	70	69
P₂	10	18	20	28	30	38	24
P₃	80	90	86	82	90	89	86
P₄	105	110	108	115	117	115	112
P₅	135	140	138	140	140	145	140
P₆	119	124	130	125	128	132	126
P₇	110	115	120	115	117	120	116
P₈	118	120	122	125	120	128	122
Promedio	92	98	99	100	103	105	99

Nota: Elaboración propia

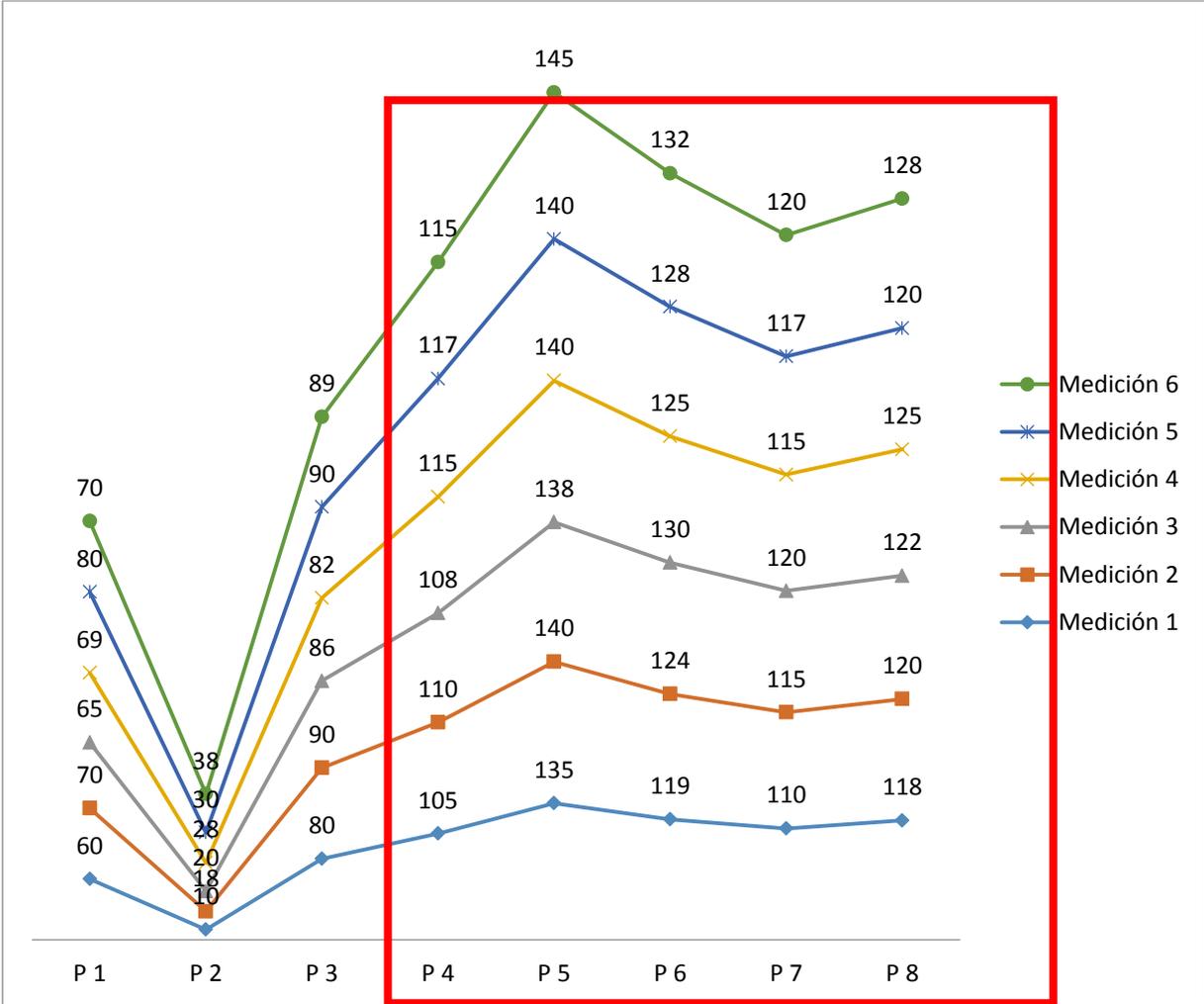
Aunque la investigación de Ceballos Gallegos (2023) no se realizó en vehículos, monitoreó la concentración CO en espacios cerrados de una fábrica y reporta un valor máximo de concentración 203 ppm siguiendo el patrón del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) e informa que el límite de exposición recomendado en estos casos es de 35 ppm. Cuando se referencian estos valores contra categorías de valores medidos de CO en ppm en este estudio, se observa que el promedio de CO obtenido aquí es de 99 ppm, pero es inferior al nivel de concentración reportado por la autora recién citada lo que indica una diferencia aparente importante. No obstante, Cevallos Gallegos (2023) concluyó que, aunque encontró concentraciones de CO por encima de los límites permitidos, ninguno de los trabajadores de la empresa presentó problemas de tipo respiratorio.

La Figura 16 permite observar que el porcentaje de patrulleros con riesgo alto es del 62,5%, mientras que el resto cae en riesgo moderado, pero en todos los casos el riesgo es considerable y, en promedio, se mantiene en riesgo moderado: 99 ppm, pero es muy cercano a la cota extrema para llegar a ser alto. Este porcentaje es mayor que el reportado por Velepucha-Sánchez & Sabando-Piguabe (2021) quienes aseguran que solo el 10% de los 10

vehículos revisados no satisface lo normado por la NTE INEN 2204 (2002), aunque se trataba de un vehículo mucho más antiguo que los patrulleros sometidos a investigación en este estudio.

Figura 16

Cantidad de CO medida en 6 momentos diferentes: todos los casos



Nota: Elaboración propia

Igualmente, los valores que reportan Velepucha-Sánchez y Sabando-Piguabe (2021), respecto a pruebas estáticas realizadas a los vehículos en estudio, indican inconvenientes en los vehículos de la década del 90 que alcanzan valores entre el 4,03% y el 4,05%, lo cual supera el límite máximo permitido por la NTE INE: 3,5%. Al comparar su decisión de riesgo con la encontrada en este estudio, donde todos los vehículos de la flota estudiada caen en riesgos demarcados desde moderados hasta un mayoritario riesgo alto, se puede compartir la idea de

que estos riesgos son producto de la antigüedad de las unidades, de los condiciones de motores con vidas útiles prolongadas y de la presencia de condiciones mecánicas desfavorables que auspician el alojamiento de cantidades de CO importantes en cualquier tipo de vehículos, como sucede con los patrulleros.

Considerando los datos reportados en la Tabla 8, se reitera que la flota de patrulleros KIA adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador tiene una antigüedad importante que oscila entre los 6 años y los 9 años. Con esos datos también se evidenció que la mayoría de los patrulleros de esa flota KIA cayó en la categoría de kilometraje alto establecida por Muñoz (2023) y eso cultiva la presencia de altos riesgos debidos a la posibilidad de alojar mayor cantidad de CO que otros vehículos no comprometidos con esas condiciones. Sí se considera que la mayoría de estos patrulleros cayó en la zona de riesgo alto, la situación demanda atención inmediata ante esos resultados tan alarmantes.

Ese problema relacionado con el alojamiento del CO dentro de los habitáculos de los patrulleros ya venía siendo arrojado por la propia Policía Nacional de Ecuador (2022) . instancia que ya venía solicitando, desde el mismo 2022, la discusión y socialización del “Manual de procesos de unidades policiales para la prevención y acciones derivadas de la presunta intoxicación por inhalación de monóxido de carbono en los vehículos policiales” dentro de su propio seno.

En el propio Manual de la Policía Nacional del Ecuador (2022) se hace una crónica de presuntas víctimas mortales por inhalación de CO dentro de los patrulleros, registrando 9 incidentes entre 2014 y 2021 en los que fallecieron un total de 14 uniformados dentro de estos vehículos. Afirma que, por estos motivos, es imprescindible asumir el compromiso de realizar un estudio informativo para establecer un manual de procedimientos de las unidades policiales para evitar riesgos por inhalación de cantidades importantes de CO durante el servicio policial. Si se asume la realidad encontrada en esta investigación, donde en todos los patrulleros se reporta presencia de riesgos moderados y mayoritariamente altos a causa de la presencia de CO en los patrulleros, entonces urge la asunción de una propuesta dirigida a mitigar los riesgos causados por este fenómeno.

Las comunicaciones afiliadas al documento emitido por las instancias policiales ecuatorianas promueven la necesidad de establecer medidas preventivas y protocolos de actuación dentro de este cuerpo policial, estableciendo la necesidad de validarlo en función de evitar la intoxicación por CO presente en los patrulleros de la propia instancia, aunque no se establecen categorías de riesgo en base a los valores de VLA como los declarados en la Tabla 4.

Esta convocatoria insta a una necesaria preparación para afrontar situaciones como las encontradas en esta investigación donde la flota de patrulleros tiene la cualidad ser antigua y la mayoría de sus vehículos cuenta con altos kilometrajes de recorrido y una medición de CO considerada de alto riesgo. Tomando en cuenta que el Manual auspiciado por la Policía Nacional de Ecuador (2022) ya propone medidas ante presuntas intoxicaciones por inhalación de CO ocurrida en los patrulleros, resultó oportuno afiliar los resultados obtenidos en este estudio con la convocatoria a discutir la medidas propuestas en ese Manual.

Se declara que las medidas preventivas descritas en el Manual de la Policía Nacional de Ecuador (2022) sirvieron de sustento para la creación del compendio que se concreta en la propuesta configurada en el Capítulo 5, destacando las siguientes: (a) Realizar inspecciones periódicas de los patrulleros; (b) Asegurarse que los sistemas de escape y ventilación del patrullero estén en buen estado y (c) Capacitar a los cuerpos policiales del país sobre riesgos por inhalación de CO en cantidades alarmantes.

Como la mayoría de patrulleros de este Distrito Policial supera el límite superior de la zona de riesgo moderado y el resto presentó medidas en este rango, entonces todos los casos tributan la necesidad de poner en escena un compendio de medidas para mitigar los riesgos por exposición al CO, sobre en casos como los encontrados en los patrulleros adscritos al Distrito Policial sujeto a estudio

Más adelante se indica que apenas el 44% de los policías que recién abordaron a una de las 8 patrullas afirmaron haber experimentado síntomas asociados con la presencia de CO en los patrulleros, pero esa relación no resultó estadísticamente significativa. Sin embargo, es alarmante el alto riesgo presente en los patrulleros revisados en esta oportunidad: el 62,5% de los casos, aunque eso difiere de lo investigado por Buitrago & Velásquez Riaño (2014)

quienes señalan que los riesgos laborales asociados al CO se atribuyen a trabajos como el desarrollado los policías de tráfico, pero en su caso encontraron un riesgo aceptable respecto a las concentraciones de CO.

Tabla 11

Patrulleros con índice alto de VLA-EC

Patrullero	N.º de la Medición	Fecha	Hora de la muestra	Cantidad de CO (ppm)
P ₄	5	03/03/2023	03:00 – 03:15	117
	6	03/03/2023	04:00 – 04:15	115
P ₆	4	07/03/2023	03:00 – 03:15	125
	5	07/03/2023	04:00 – 04:15	128
	6	07/03/2023	05:00 – 05:15	132
P ₇	5	08/03/2023	03:00 – 03:15	117
	6	08/03/2023	04:00 – 04:15	120
P ₈	5	10/03/2023	04:00 – 04:15	120
	6	10/03/2023	05:00 – 05:15	128

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 11 pueden observarse los resultados de las mediciones CO realizadas a 4 vehículos patrulleros de la muestra, pero recolectadas entre las 03:00 horas hasta las 05:15 horas, en el entendido de que puede proporcionar información importante para la seguridad y bienestar de los servidores policiales que trabajan en esos horarios. Vale decir que todos los valores medidos en ese horario están por encima de los 100 ppm y, por ende, se corresponden con valores críticos de riesgo alto, según se indica en la Tabla 4 construida por valores tomados del INSST (2023) y del CPSC (2023).

Esa acotación se hizo en contexto con el ciclo circadiano ya mencionado por Vargas-Parada (2019) y por Castilla (2021), fenómeno donde se hace referencia al reloj biológico y a los horarios donde aparecen aspectos controlados por el ciclo de luz-oscuridad del medio ambiente tales como el sueño y la vigilia, donde el horario comprendido entre las 03:00 horas y las 05:15 horas se considera un horario crítico para el cuerpo humano, especialmente para aquellos servidores policiales que trabajan en horarios nocturnos y rotativos.

Durante el período en referencia, es común observar un mayor desgaste fisiológico y un aumento en la sensación de cansancio, lo que puede llevar a una disminución del estado de alerta y un mayor riesgo de somnolencia. En ese sentido, las mediciones realizadas en dicho horario pueden ser especialmente relevantes debido a la mayor probabilidad de exposición a niveles elevados de CO en el interior de los vehículos durante este periodo donde el ritmo biológico humano pide desconexión para recuperarse y la somnolencia puede ser más pronunciada. Puede determinarse que el valor promedio obtenido con esos valores cae en zona de riesgo alto: 122 ppm, dado que supera los 100 ppm.

Ante esta realidad, urge la toma de medidas que propendan hacia la garantía de un ambiente de trabajo seguro donde se prevenga el riesgo de intoxicación por valores elevados de CO emitidos por los motores de los patrulleros cualquiera sea el horario. Esa advertencia se ajusta a lo indicado por autores como Al-Matrouk et al. (2021), Sagñay (2016), Velepucha-Sánchez & Sabando-Piguabe (2021), Almeida Padilla & Barreno Palomino (2022) y Sánchez et al. (2019) quienes investigaron sobre esta problemática CO y señalaron que altos valores de CO están asociados con problemas respiratorios, náuseas, dolor de cabeza, arritmias, convulsiones y otros síntomas que pueden converger hasta en muertes prematuras, sobre todo cuando los valores CO caen en la zona de alto riesgo mencionada en la Tabla 4.

Sabiendo que el 62,5% de los casos de esta investigación cae en la zona crítica de alto riesgo por la presencia de CO en los habitáculos de los patrulleros, es necesario considerar que autores como Sánchez et al. (2019) ya habían mencionado que una serie de estudios realizados en los Estados Unidos indican que alrededor de unos 16 casos anuales, por cada 100000 personas, presentan intoxicación por CO y casi el 67% de estos casos terminan como víctimas mortales. Eso también es refrendado por Revathi et al. (2019) quienes midieron emisiones de CO por parte de los vehículos y están preocupados porque eso repercute negativamente en el medio ambiente.

En todos los casos reportados, debidos a las altas concentraciones de CO en los habitáculos de los vehículos, siempre se resalta la necesidad de contar con mecanismos que mejoren la ventilación de los vehículos y con la garantía de mantenimiento regular de flotas, si lo que se quiere es reducir las concentraciones de CO en dichos vehículos, lo cual es respaldado por Sagñay (2016) y Velepucha-Sánchez & Sabando-Piguabe (2021).

4.3 Encuestas a la muestra de 213 agentes policiales

Hernández et al. (2014) son unos de los autores que indican que mientras no se trabaje con toda la población siempre estará presente un sesgo. No obstante, en este caso fue necesario trabajar con una muestra del 35,38% de la población de 602 agentes policiales, equivalente a 213 agentes adscritos al Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9 – DMQ, Quito, Ecuador que respondieron a una encuesta administrada desde la plataforma Google Forms.

La Tabla 12 presenta una serie de datos que permiten una descripción detallada del cruce de las variables Género, Edad de los policías y Experimentación de Síntomas asociada con la interrogante: *¿Ha experimentado dolores de cabeza, mareos, vértigos, molestares estomacales, problemas respiratorios u otros síntomas, con mayor frecuencia que lo habitual, cuando está dentro de un vehículo patrullero en su jornada laboral o después de abandonarlo?* (ver Anexo 2) .

En la Tabla 12 puede observarse que de los 213 agentes policiales que respondieron la encuesta, 28 de las mujeres policías dijeron que no han sentido síntomas asociados con la posible presencia de CO en el habitáculo del patrullero y la mayoría de ese caso tiene menos de 26 años: 21 agentes. Entre los hombres que tampoco han sentido síntomas se encuentran 92 agentes, con un importante porcentaje de esos casos que también tiene menos de 26 años: 17,77%, haciendo un total agentes jóvenes que no experimentaron síntomas del 28,64%. Con estos resultados se puede avizorar que ser joven podría considerarse como una condición favorable para sortear riesgos de salud, lo cual emerge cuando se compara con lo encontrado por Ruiz y Rodríguez (2014).

Ruiz y Rodríguez (2014) comprobaron que las personas más jóvenes presentan valores más elevados de la tasa metabólica que las de mayor edad, lo que subraya la importancia de la edad a la hora de determinar la tasa metabólica basal que el organismo necesita para mantener procesos vitales como la respiración, la función cardíaca y la regulación de la temperatura corporal. De este modo, relacionan los cambios en la masa magra y la distribución de la grasa

corporal con un descenso gradual de la tasa metabólica basal a partir de los 20 años. Comparando esos referentes con los resultados obtenidos en esta investigación donde un porcentaje importante de agentes policiales tiene menos de 26 años (84 agentes): el 39,44% de los casos y por ende son relativamente jóvenes, se puede concluir que ambos resultados podrían acoplarse a lo declarado por esos autores.

Tabla 12

Cruce de variables: Género, Edad y Experimentación de Síntomas

Experimentación de Síntomas			Edad					Total
			Menos de 26 años	26-35 años	36-45 años	46-55 años	56-65 años	
No	Género Femenino		21	5	1	1	0	28
	Masculino		40	23	24	4	1	92
	Total		61	28	25	5	1	120
Si	Género Femenino		4	3	2	0		9
	Masculino		19	27	30	8		84
	Total		23	30	32	8		93
Total	Género Femenino		25	8	3	1	0	37
	Masculino		59	50	54	12	1	176
	Total		84	58	57	13	1	213

Nota: Tabla reportada por el análisis solicitado al SPSS en respuesta de solicitud de tabla cruzada con las 3 variables que se indican para 213 casos.

Una afirmación como la anterior podría conducir a la necesidad de hurgar más profundo sobre la siguiente sentencia: a mayor posibilidad de ser joven, menor riesgo para contraer problemas respiratorios, tomando en cuenta que la dificultad respiratoria se agudiza, como lo dicen el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España (2023), la CPSC (2023), el INSST (2023) y Sánchez et al. (2019), cuando se inhala el CO en cantidades importantes y por períodos prolongados. Eso de la respiración es tan vital que la normativa basada por instancias como el INSST (2023) son adscritas a lo que ellos denominan zonas de respiración (ver Tabla 1).

En esa misma Tabla 12, se observa que el número de hombres que no experimentaron síntomas (92 casos) supera a los que los sintieron (84 casos), destacando que 30 de esos últimos tienen edades comprendidas entre los 36 años y los 45 años.

Un nuevo cruce se hizo ahora considerando la edad de los policías, el número de horas dentro del patrullero y la experimentación de síntomas. La Tabla 13 reporta este caso y en ella se destaca que el número de policías que suele estar a bordo del patrullero por más de 7 horas es de 114, de los cuales 70 dicen que han presentado síntomas y 29 de ellos dicen tener entre 36 y 45 años. Eso quiere decir que los policías de ese bloque de edad tuvieron una mayor frecuencia de experimentar síntomas en comparación con las otras categorías de edad.

Tabla 13

Tabla cruzada construida en base a la edad, número de horas dentro del patrullero y experimentación de síntomas relacionados con el patrullero

		N.º de horas diarias dentro del patrullero					Total
		Menos de 2 horas	2-3 horas	4-5 horas	6-7 horas	Más de 7 horas	
No	Edad Menos de 26 años	44	1	5	1	10	61
	26-35 años	8	3	2	1	14	28
	36-45 años	1	2	3	1	18	25
	46-55 años	1	0	0	2	2	5
	56-65 años	0	0	0	1	0	1
	Total	54	6	10	6	44	120
Si	Edad Menos de 26 años	9	2	0	1	11	23
	26-35 años	4	0	1	2	23	30
	36-45 años	1	0	0	2	29	32
	46-55 años	0	0	0	1	7	8
	Total	14	2	1	6	70	93
Total	Edad Menos de 26 años	53	3	5	2	21	84
	26-35 años	12	3	3	3	37	58
	36-45 años	2	2	3	3	47	57
	46-55 años	1	0	0	3	9	13
	Total	68	8	11	12	114	213

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada para muestra de 213 casos

En la Tablas 13, también se destaca lo siguiente:

- Un total de 44 policías dicen estar más de 7 horas de exposición a la cantidad de CO presente en los patrulleros, pero no reportan la experimentación de sintomatologías asociadas, enfatizando entre ellos a 18 policías con edades comprendidas entre los 36 y los 45 años.
- El número de policías que tuvo una exposición al CO presente en los patrulleros por menos de 2 horas fue de 68 casos, destacando que el 79,41% no reportó presencia de síntomas. Aquí también se subraya que 44 casos de ellos tienen menos de 26 años. Pero, entre los 14 funcionarios que sí presentaron síntomas en esa categoría de menos de 2 horas de exposición, 9 tienen menos de 26 años y representan a la mayoría en esta categoría.

Para cerrar esta sección, se toman en cuenta los datos de la Tabla 14, donde se cruzan los aspectos conocer: (a) riesgos; (b) medidas de mitigación; y (c) los incidentes relacionados con CO presente en los patrulleros.

Tabla 14

Cruce de las variables conoce riesgos (Con_riesg), medidas (Con_Med) e incidentes (Con_Inc) relacionados con el CO

			Conoce Incidentes (Con_Inc)		Total
			No	Si	
No	Con_riesg	No	16	18	34
		Si	10	51	61
	Total		26	69	95
Si	Con_riesg	No	0	3	3
		Si	3	112	115
	Total		3	115	118
Total	Con_riesg	No	16	21	37
		Si	13	163	176
	Total		29	184	213

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada para muestra de 213 casos

En esa Tabla 14, las variables dicotómicas involucradas son las siguientes:

- Conoce los riesgos (Con_riesg) por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero
- Conoce medidas (Con_Med) para prevenir riesgos por exposición al CO
- Conoce de incidentes (Con_Inc) ocurridos, en los últimos 5 años, que hayan sido ocasionados por exposición al CO dentro de un patrullero

La Tabla 14 indica que el número de policías que conoce los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero y también conoce de incidentes ocurridos en los últimos 5 años que hayan sido ocasionados por exposición al CO, pero que no conoce las medidas para prevenir riesgos por exposición al CO es igual a 51 casos, mientras que entre los que si conocen medidas en ese grupo ya delineado es de 112 policías, lo cual representa un bajo porcentaje del 52,58% si se considera que, en los últimos 5 años, la prensa nacional ecuatoriana ha reportado casos de policías fallecidos debido a la inhalación de CO dentro de los habitáculos de los patrulleros (EL Telégrafo, 2020; El Comercio, 2019). En los archivos de la propia Policía Nacional del Ecuador (2020) también hay alertas por haberse encontrado agentes sin vida en el interior de patrulleros, incluso en el propio Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ.

En esa Tabla 14 también existe un total de 16 agentes que no conocen los riesgos asociados con el CO ni tienen conocimientos de incidentes relacionados con la exposición al CO ni conocen de las medidas preventivas al respecto. Bajo las dos primeras condiciones, también hay 18 policías que si conocen de sus medidas preventivas.

En todo caso, se hace latente colectivizar un conjunto de medidas de control dirigidas a resolver esta débil información colectiva en relación con los riesgos que se corren ante la presencia de CO en los patrulleros, sobre todo en estos casos donde se determinó que los valores encontrados superan, en la mayoría de los casos, los límites establecidos para por el INSST (2023) para valores de ppm calculados en períodos de 15 minutos.

4.4. Discusión de resultados obtenidos en parejas de variables relacionadas a la muestra de 25 agentes policiales

Corresponde presentar y discutir una serie de datos estadísticos obtenidos en una muestra de 25 agentes encuestados a puerta de cada patrullero, lo cual se hizo apenas abandonaron el patrullero donde venían realizando sus labores policiales cotidianas.

En este sentido, se garantizó que cada policía abandonó siempre al mismo patrullero, a fin de no generar nuevas condiciones que impacten en lo indicado respecto a una respuesta particular a la interrogante: *¿Ha experimentado dolores de cabeza, mareos, vértigos, molestares estomacales, problemas respiratorios u otros síntomas, con mayor frecuencia que lo habitual, cuando está dentro de un vehículo patrullero en su jornada laboral o después de abandonarlo?*, la cual se hizo oralmente y se registró una respuesta por caso.

Antes de plantear las hipótesis correspondientes a parejas de variables, previo se presenta la Tabla 15 donde aparecen datos que permiten hacer una descripción general respecto los resultados la interrogante recién planteada junto con el género correspondiente al personal policial involucrado en esta muestra de tamaño 25 y la cantidad de CO promedio medida en cada patrullero.

Tabla 15

Cruce de variables síntomas, género y cantidad promedio de CO medida en cada patrullero

			Cantidad de CO (promedio en ppm)									
Síntomas			24	69	86	112	116	122	126	140		
No	Género	Femenino		0	1	0	0	2	0	2	5	
		Masculino		2	0	2	2	1	1	1	9	
	Total		2	1	2	2	3	1	3	14		
Si	Género Masculino		3	1	1	2			3	1	11	
	Total		3	1	1	2			3	1	11	
Total	Género	Femenino	0	0	1	0	0	2	0	2	5	
		Masculino	3	3	1	4	2	1	4	2	20	
	Total		3	3	2	4	2	3	4	4	25	

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada en muestra de 25 casos

La Tabla 15 permite observar que el 56% declaró no haber experimentado las sintomatologías contempladas en la interrogante anterior, de los cuales el 20% son mujeres y el 36% son hombres, respecto a la muestra total. Además, el 44% de los encuestados dijeron que sí habían experimentado síntomas y eran hombres en todos los casos. En ella también puede observarse que 17 casos estuvieron expuestos a altas concentraciones que van desde 112 ppm hasta 140 ppm, lo que se considera de riesgo alto, según normativa establecida por la CPSC (2023) y el INSST (2023): ver Tabla 4.

Además, de esta muestra de 25 policías, solo 8 casos corrieron un riesgo moderado con valores de presencia de CO en el habitáculo de 3 patrulleros cuyos valores oscilaron entre los 24 ppm y los 86 ppm, distribuidos de la siguiente manera: (a) 3 hombres afrontando 24 ppm de concentración; (b) 3 hombres afrontando 69 ppm de concentración; y (c) 1 hombre y 1 mujer afrontando 86 ppm de concentración de CO.

Es el momento de hipotetizar las relaciones anunciadas bajo los siguientes apareamientos, pero previamente se precisa la denominación de la pareja de variables a relacionar:

Relación 1: A continuación, se establece una relación entre la variable “Experimentación de síntomas” representante de una variable dicotómica y el valor obtenido en la medición de la “Cantidad de Monóxido de Carbono presente en el patrullero” que está en escala continua. Bajo estas condiciones, se procedió a determinar la primera correlación biserial, previamente anunciada, en función de las siguientes hipótesis de investigación, tomando en consideración que la prueba se realizó con un nivel de significación de 5%: $\alpha = 0,05$.

Las hipótesis sujetas a pruebas fueron las siguientes:

- H_0 : No existe relación entre la experimentación de síntomas por parte de los agentes policiales que usan los patrulleros y la cantidad de CO a la que estuvo expuesto.
- H_1 : Existe relación entre la experimentación de síntomas por parte de los agentes policiales que usan los patrulleros y cantidad de CO a la que estuvo expuesto.

Siendo así, la toma de decisiones se planteó bajo el siguiente escenario relacional, considerando el p_{calc} reportado por el SPSS y el nivel de significación igual al 5%.

- $p_{\text{calc}} < 0,05 \Rightarrow RH_0$
- $p_{\text{calc}} \geq 0,05 \Rightarrow \sim RH_0$

Al ingresar la data de los 25 casos, el SPSS reportó la Tabla 16 donde se muestran los resultados de la correlación biserial correspondiente.

Tabla 16

Resultado de la correlación entre la experimentación de síntomas y la cantidad de CO presente en el patrullero

		Correlaciones	
		Síntomas	Exp_CO
Síntomas	Correlación de Pearson	1	-,355
	Sig. (bilateral)		,082
	N	25	25
Exp_CO	Correlación de Pearson	-,355	1
	Sig. (bilateral)	,082	
	N	25	25

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada para muestra de 25 casos

De acuerdo con datos reportados en la Tabla 16, se comprobó que el valor de $p_{\text{calc}} = 0,082$ asociado a una prueba bilateral. pero como $0,082 \geq 0,05$, se determinó que ese valor no se considera estadísticamente significativo para rechazar la H_0 . No teniéndose suficientes evidencias para hacerlo, se concluye que no se puede afirmar que existe una correlación significativa entre la experimentación de síntomas por parte de los agentes policiales en los patrulleros y la cantidad de CO a la que estuvieron expuestos. Sin embargo, se puede observar que ese valor de la correlación (r), donde $r = -0,355$, indica que entre los síntomas que ha experimentado el agente policial y la cantidad de CO a la que estuvieron expuestos en los

patrulleros existe una relación inversa moderada, pero no alcanza para probar que esa relación es estadísticamente significativa al 5%. Siendo así, lo único que puede decirse es que a medida que la cantidad de CO a la que estuvieron expuestos los agentes policiales aumenta moderadamente, la experimentación de síntomas tiende a disminuir moderadamente, y viceversa.

Antes de abordar las siguientes correlaciones sobre la base del 5% de significación, es pertinente establecer lo que dicen Lind et al. (2014) respecto a estas comparaciones que en ocasiones se asumen en función de una condición que ellos denominan nivel de riesgo en vez nivel de significación, indicando que “Éste quizá sea un término más adecuado porque se trata del riesgo que se corre al rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera” (p. 337) y eso es válido para todos los siguientes casos. Eso lo relacionan, también, en resultados que no proporcionan suficientes evidencias para afirmar que una correlación como la encontrada entre "Síntomas" y "Exp_CO" es significativamente diferente de cero. Siendo así, no se puede concluir que los resultados no sean debidos al azar ya que eso podría cambiar si se recopila un mayor número de datos o si se ajustan otros factores en el análisis.

Relación 2: Ahora se establece una relación entre las variables “Género”, donde 0 = mujer y 1 = hombre, y el valor obtenido en la medición de la “Cantidad de Monóxido de Carbono presente en el patrullero” que está en escala continua.

Las hipótesis sujetas a aprobación son las siguientes:

- H_0 : No existe relación entre el género del agente policial y la cantidad de CO a la que estuvo expuesto.
- H_1 : Existe relación entre el género del agente policial y la cantidad de CO a la que estuvo expuesto.

En este caso, el nivel de significación también fue igual al 5% y la Tabla 17 da cuenta de los resultados obtenidos.

Tabla 17

Resultado de la correlación entre el género del policía y la cantidad de CO presente en el patrullero.

		Correlaciones	
		Género	Exp_CO
Género	Correlación de Pearson	1	-,273
	Sig. (bilateral)		,187
	N	25	25
Exp_CO	Correlación de Pearson	-,273	1
	Sig. (bilateral)	,187	
	N	25	25

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada para muestra de 25 casos

Los resultados presentados en la Tabla 17 indican que la correlación entre el género del policía y la cantidad de CO presente en el patrullero es de -0,273, lo cual indica una correlación negativa débil, lo que significa que a medida que se cambia el género del policía (por ejemplo, de hombre a mujer), la cantidad de CO presente en el patrullero tiende a disminuir o viceversa. Además, no hay suficientes evidencias para afirmar que la relación entre el género del policía y la cantidad de CO en el patrullero sea estadísticamente significativa, pues, el valor $p_{\text{calc}} = 0,187$ y al ser mayor que 0,05, por lo que no se tienen suficientes evidencias para rechazar la H_0 .

Ahora se toman decisiones con otras relaciones establecidas con apoyo de hipótesis de investigación, con un nivel de significación del 5%. Los resultados de este análisis aparecen discriminados en la Tabla 18 donde se relacionan, cada vez, la variable continua Cantidad de Monóxido de Carbono presente en el patrullero: Exp_CO con las variables dicotómicas: (a) Conoce los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero: Con_riesg; (b) Conoce de incidentes ocurridos, en los últimos 5 años, que hayan sido ocasionados por exposición al CO dentro de un patrullero; Con_Inc; y (c) Conoce las medidas para prevenir riesgos por exposición al CO: Con-Med.

Relación 3: Pareja: Con-Med- Exp_CO:

- H_0 : No existe una relación significativa entre el hecho de conocer las medidas para prevenir riesgos por exposición al CO y la Cantidad de Monóxido de Carbono medida en ppm

- H_1 : Existe una relación significativa entre el hecho de conocer las medidas para prevenir riesgos por exposición al CO y la Cantidad de Monóxido de Carbono medida en ppm

En el reporte de análisis suministrado por el SPSS, Tabla 17, se puede observar que la correlación entre Conoce las Medidas para Prevenir Riesgos por Exposición al CO y la Cantidad de Monóxido de Carbono, medida en ppm al interior de los patrulleros, es de 0,204, la cual es débil positiva pero no es significativa ya que el valor $p_{calc} = 0,328$ y esta probabilidad es mayor que 0,05. Esto significa que tampoco hay suficientes evidencias para rechazar la H_0 y, en consecuencia, no hay sustento estadístico para afirmar que haya una relación significativa entre conocer las medidas y la cantidad de CO medida en los patrulleros, con ese nivel de significación.

Relación 4: Pareja: Con-Med- Con_riesg

Hipótesis análogas a las anteriores, pero ahora relacionando: Conoce los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero y Conoce las medidas para prevenir riesgos por exposición al CO, son planteadas para tomar decisiones, encontrándose que no se tienen suficientes evidencias estadísticas para rechazar que entre ellas existe una relación significativa, al nivel de 5%, basta observar que $p_{calc} = 0,256$ (bilateral) y que $0,256 > 0,05$ (ver Tabla 17). En esa misma tabla, se observa una relación directa, pero débil entre la variables relacionadas y el valor es $r = 0,236$.

Relación 5:

Sin ultimar mayores detalles con la data que se registra en la Tabla 18, también se concluye que la correlación entre Con-Med y Con_Inc es de 0,212, directa y débil, y como $p_{calc} = 0,308$ (bilateral) es mayor que 0,05, tampoco se tienen suficientes evidencias para rechazar la H_0 donde se plantea que entre ellas no existe una relación significativa.

Relación 6:

La correlación para el par Exp_CO y Con_riesg sigue siendo positiva y también débil y es igual a 0,282 y como $0,171 > 0,05$, igualmente se afirma que no existen suficientes evidencias para rechazar la H_0 .

Tabla 18

Correlaciones entre las variables Exp_CO, Con-Med, Con_riesg y Con_Inc y sus correspondientes valores de probabilidad

		Con-Med	Exp_CO	Con_riesg	Con_Inc
Con-Med	Correlación de Pearson	1	,204	,236	,212
	Sig. (bilateral)		,328	,256	,308
	N	25	25	25	25
Exp_CO	Correlación de Pearson	,204	1	,282	-,054
	Sig. (bilateral)	,328		,171	,796
	N	25	25	25	25
Con_riesg	Correlación de Pearson	,236	,282	1	,468*
	Sig. (bilateral)	,256	,171		,018
	N	25	25	25	25
Con_Inc	Correlación de Pearson	,212	-,054	,468*	1
	Sig. (bilateral)	,308	,796	,018	
	N	25	25	25	25

Nota: Tabla obtenida de lo reportado por el SPSS, según data suministrada para muestra de 25 casos.

**. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).*

Otras relaciones:

En todas las demás relaciones también se puede verificar que no existen suficientes evidencias para rechazar la no existencia de diferencias significativas entre las variables relacionadas, excepto en el caso: Con_riesg y Con_Inc donde $r = 0.468$ es moderadamente alta y el $p_{\text{calc}} = 0,018$. Como $0,018 < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una relación significativa entre ambas variables, con un nivel de significación del 5%.

En resumen, a un nivel de significación del 5%, solo se pudo encontrar una relación significativa entre agentes policiales que declararon conocer los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero y también conocen de incidentes ocurridos, en los últimos 5 años, que hayan sido ocasionados por exposición al CO dentro de un patrullero, pero hay que tomar en cuenta que esta prueba no necesariamente implica causalidad. Según Lind et al. (2012), no se está ante un caso donde se pueda hablar de variables dependientes e independientes, así como tampoco se pueden hacer ni predicciones ni estimaciones. De lo único que se puede hablar, en todos estos casos, es de la existencia de relaciones entre parejas de variables, siendo la mayoría débiles y positivas, según se observa en la matriz de valores reportados en la Tabla 18.

Aunque no se encontraron investigaciones precisas donde se verificara que cualquiera de las relaciones aquí planteadas resultase significativa, eso puede agendarse para futuras investigaciones. Sin embargo, si se toma en cuenta que los niveles de concentración de CO encontrados en los patrulleros conducen a riesgos y no puede perderse de vista que los riesgos encontrados en este estudio son altos y van de la mano con los resultados de investigaciones que aparecen reportadas en los antecedentes de este estudio donde autores como Al-Matrouk et al. (2021), Sagñay (2016), Velepucha-Sánchez y Sabando-Piguabe (2021), Almeida Padilla y Barreno Palomino (2022) y Castañeda et al. (2008) declaran los riesgos de esta problemática, entonces urge la consideración de la presencia de concentraciones altas de CO en los habitáculos de los vehículos como en otros espacios cerrados. Incluso, la propia de la Policía Nacional de Ecuador (2022) insta a su cuerpo policial a tomar medidas, luego que documenta el deceso de varios agentes dentro de los patrulleros, presumiendo que eso se debió a la presencia importante de CO dentro de esos vehículos.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

5.1 Título de la Propuesta

Medidas de Control de los Patrulleros para mejorar las Condiciones Laborales de los Servidores Policiales: Una Propuesta para el Distrito de Policía Eugenio Espejo de la zona 9-DMQ, Quito. Ecuador.

5.2 Datos informativos

5.2.1 Institución Ejecutora: Distrito de Policía Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito con apoyo de la Universidad Técnica del Norte, Maestría de Higiene y Salud Ocupacional.

5.2.2 Beneficiarios: Agentes policiales que utilizan patrulleros como medio de transporte para ejecutar su rol.

5.2.3 Ubicación: Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9-DMQ, Quito – Ecuador.

5.3 Introducción de la Propuesta

El presente estudio propone la implementación de medidas de control en los patrulleros con el objetivo de mejorarles, así como mejorar las condiciones laborales de los servidores policiales en el Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9-DMQ, Quito – Ecuador. En este sentido, se convierte en un desafío debido a que la problemática con la exposición al CO ha sido muy controversial y no se han obtenidos resultados satisfactorios por las distintas razones ya expuestas en el resto del documento, sobre todo cuando se toman en cuenta los hallazgos y recomendaciones de instancias dedicadas a la Higiene y Salud Ocupacional y los miles de documento visibles que abordan este tema.

Lo que atañe de manera directa en esta propuesta no será sesgada hacia especificaciones con los trabajadores policiales ni con el medio ambiente sino con preponderancia en los patrulleros, aunque no es posible aislar solo las fuentes por la

imbricación que tienen con el medio y con los individuos. En este sentido, las medidas no tendrían sentido solo en la fuente en virtud de que las decisiones de control las ejecuta el personal policial sobre la base de la posible contaminación del medio ambiente.

Tomando en consideración a las ideas anteriores, resultaría irresponsable que cada medida que se plantee no involucre siempre especificaciones donde se conjugue el trinomio de conceptos puestos en escena: patrulleros-policías-medio ambiente ya que todo se corresponde con un proceso integral, pues son los trabajadores policiales quienes corren el riesgo de resultar afectados por la presencia de CO en los patrulleros en virtud del riesgo de contaminación del medio ambiente y, por ende, del impacto que tiene en la salud física y emocional de los agentes policiales.

Establecidas las consideraciones anteriores, las medidas de control se enfocan, primordialmente, hacia el continuo mantenimiento preventivo de los vehículos patrulleros, la sustitución de la flota, el cambio del diseño de adaptación que se les hace a determinados vehículos no confeccionados de origen para cumplir las funciones de patrulleros o, simplemente, abogar por la sustitución de los patrulleros adaptados por otros que, de fábrica, ya son confeccionados como tales.

Pero estas medidas deben ser respaldadas por instancias gerenciales de los cuerpos policiales quienes, por esencia, también son miembros del personal policial que pueden salir afectados cuando por razones de servicio deben ejercer sus funciones a bordo de un patrullero. Por eso, no se excluyen a los individuos involucrados y comprometidos para la puesta en escena de una serie de medidas en pro de no contaminar el ambiente y mantener a salvo al cuerpo policial ante la presencia de cantidades importantes que pueden afectar la salud física y emocional de los trabajadores de ese determinado cuerpo policial.

Cuando se establece lo referido a la falta de mantenimiento adecuado en los patrulleros, se asume que la flota de vehículos de este distrito, en general, presenta desgaste no solo por su antigüedad como se verificó en el capítulo precedente donde se hicieron visibles algunas características que demarcan la necesidad de hacer mantenimientos inmediatos, sino en la ausencia de equipos que indiquen lo alarmante de lo que pudiera ocurrir ante la presencia de una importante cantidad de CO en los patrulleros.

Por todo eso, emerge la necesidad efectivizar medidas para hacer los mantenimientos oportunos en la flota y así salvaguardar la salud y el bienestar de los servidores policiales. En este sentido, se diseñó la propuesta derivada del diagnóstico de las condiciones de los puestos de trabajo de este cuerpo policial, así como de la consideración de los resultados obtenidos en la evaluación de la exposición al CO, ampliamente discutida en el capítulo precedente y donde se pone en relieve la necesidad actuar con urgencia ante la presencia de CO en los habitáculos de los patrulleros.

5.4 Objetivo de la Propuesta

Formular medidas de control que contribuyan a mejorar las condiciones de los patrulleros y, por ende, las de los servidores policiales del Distrito de Policía Eugenio Espejo, Zona 9-DMQ, Quito – Ecuador, en respuesta a la evaluación de riesgos por exposición al CO de este cuerpo policial.

Se declara que todas estas medidas no se corresponden con una creación de medidas nuevas, más bien se sostienen en la consideración de las normativas que existen al respecto, los resultados obtenidos en la encuesta y su discusión, así como asumiendo los postulados teóricos fundamentados en una revisión exhaustiva de la literatura científica y normativa relacionada con los temas abordados, sin dejar de tomar en cuenta el contexto, las características y necesidades específicas del Distrito Policial en estudio y los recursos disponibles tanto a nivel nacional como de organismos internacionales que se dedican a promover la salud y la seguridad laboral.

En las secciones siguientes se describen, en detalle, las medidas de control propuestas y se presenta un material de apoyo para el diseño de talleres cuya intención es capacitar al personal policial del Distrito y mejorar su proceso de concienciación relacionado con esta problemática del CO. En todo caso, el propósito de esta propuesta, basada en evidencias científicas y enfoques prácticos, es contribuir a mejorar las condiciones de la fuente y de los servidores policiales, promoviendo su salud, seguridad y bienestar en el desempeño de sus funciones.

Puede sentarse que realizar actividades en espacios seguros, siguiendo un correcto protocolo, es un derecho que tienen todos los trabajadores, pues informa de la Higiene y Salud Ocupacional que debe garantizarse en quienes ejercen una loable labor en apoyo de la seguridad de la ciudadanía que habita y reside en ese distrito y en el resto del país y de la sociedad.

5.5 Alcance de la Propuesta

Estas medidas se proponen para ser puestas en escena por quienes tienen la responsabilidad directa de hacer mantenimientos adecuados de los patrulleros y, por ende, en el cuidado de la salud física y emocional del personal que ejerce sus funciones policiales en el Distrito Policial Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ, Quito, Ecuador.

.

5.6 Medidas de Control de los Patrulleros para mejorar las Condiciones Laborales de los Servidores Policiales

Las medidas de control que aquí se presentan tienen como meta realizar los mantenimientos adecuados de los patrulleros, o sustituirlos, y así disminuir o eliminar los efectos producidos por la exposición al CO. De no tomarse estas medidas con urgencia, se estaría descuidando la atención del fenómeno causado por la presencia riesgosa de CO en los habitáculos de los patrulleros.

5.6.1 Medida 1: Monitoreo del mantenimiento preventivo regular de los patrulleros

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Establecer programas de mantenimiento periódico para los vehículos patrulleros.
- Observar la eficacia de las inspecciones técnicas regulares para identificar y corregir posibles fallas mecánicas.
- Verificar y reemplazar, en caso de ser necesario, los componentes del sistema de escape y los filtros del vehículo, en concordancia con las especificaciones técnicas.
- Garantizar la correcta ventilación del habitáculo del patrullero para evitar la acumulación de gases tóxicos: sistema de extracción de gases de los habitáculos de los vehículos.

5.6.2 Medida 2: Mejora en la construcción y uso de patrulleros adecuados:

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Considerar la necesidad de contar en el Distrito con vehículos patrulleros diseñados específicamente para las labores policiales, teniendo en cuenta medidas de protección a la exposición de gases y otros procesos ligados con la actividad policial
- Evaluar la eficacia de los sistemas de ventilación y asegurarse de que cumplan con los estándares de seguridad adecuados y establecidos dentro del cuerpo policial.
- Implementar medidas de sellado y aislamiento para prevenir la filtración de gases y mejorar la calidad del aire interior, sobre todo en aquellos patrulleros que son adaptados y tienen cierta antigüedad, han sido colisionados durante el desarrollo de sus rutinas o han sido tratados de manera inadecuada por parte de sus usuarios.

5.6.3 Medida 3: Monitoreo de las condiciones de los patrulleros

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Realizar mediciones periódicas de CO en el interior de los vehículos patrulleros.
- Establecer niveles de referencia seguros y tomar acciones correctivas si se detectan concentraciones peligrosas que se escapen de las cotas de protección.
- Utilizar tecnologías de vanguardia y equipos de monitoreo adecuados para garantizar mediciones precisas, oportunas y confiables.

5.6.4 Medida 4: Implementación de sistemas de alerta temprana:

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Instalar sensores de CO en cada uno de los patrulleros, donde se activen alarmas tanto audibles como visuales para la detección de niveles altos de CO.
- Capacitar a los agentes policiales para reconocimiento de síntomas de intoxicación por CO y actuar de manera apropiada, en caso de exposición.

5.6.5 Medida 5: Programas de sensibilización y capacitación afiliados al patrullero

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Realizar talleres de capacitación que alerten sobre el mantenimiento adecuado de los vehículos patrulleros y la importancia de una buena ventilación en su interior.

- Hacer campañas para proporcionar información sobre los riesgos de la exposición al CO presente en los patrulleros y afiliar las medidas de prevención correspondientes.
- Fomentar una cultura de seguridad que promueva la identificación y reporte temprano de posibles fugas o problemas en los sistemas de escape.
- Mitigar riesgos por el uso de patrulleros donde puede existir concentraciones de alerta que deben ser asistidas mediante programas de capacitación periódicos para concienciar a los servidores policiales.
- Garantizar a los usuarios de los patrulleros información detallada y precisa sobre los síntomas de intoxicación por CO, convocándolos a la asunción de las medidas de prevención.
- Fomentar la importancia de informar a los médicos sobre cualquier síntoma relacionado con la exposición al CO presente en los patrulleros y buscar atención médica de inmediato

5.6.6 Medida 6: Concienciación del personal policial ante riesgos por presencia de CO en el patrullero

Crear comisiones de trabajo que permitan

- Capacitar al personal policial del Distrito sobre los síntomas de intoxicación por CO y la importancia de reportarlos.
- Proporcionar información sobre la importancia de realizar pausas regulares en lugares bien ventilados.
- Desarrollar material de capacitación y concientización que incluya información clara y concisa sobre los riesgos y medidas de prevención.
- Realizar talleres interactivos donde se aborden casos prácticos y se promueva la participación activa de los policías.
- Establecer canales de comunicación para que los policías puedan realizar consultas o reportar cualquier situación relacionada con la exposición al CO.

5.6.7 Medida 7: Equipamiento de los patrulleros que permitan tomar decisiones urgentes

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Proporcionar equipos de localización de gases, como detectores de CO, en los patrulleros para monitorear constantemente los niveles de este gas tóxico.

- Establecer protocolos de actuación en caso de detección de niveles peligrosos de CO, incluyendo la evacuación inmediata del patrullero y la atención médica adecuada para los policías afectados.
- Garantizar la disponibilidad de equipos de primeros auxilios en los patrulleros para atender situaciones de emergencia relacionadas con la exposición al CO.
- Realizar capacitaciones periódicas sobre el uso y mantenimiento adecuado de los equipos de detección y primeros auxilios.
- Establecer alianzas con organismos especializados en seguridad y salud ocupacional para obtener asesoramiento técnico sobre los equipos de detección y primeros auxilios más adecuados.
- Implementar un sistema de seguimiento y control del funcionamiento de los equipos, incluyendo revisiones periódicas y registros de mantenimiento.

5.6.8 Medida 8: Incorporación de la TIC en el sistema de alerta temprana

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Construir espacios virtuales de acceso informativo, como plataformas en línea, donde los policías puedan encontrar información clara y comprensible sobre las medidas de control, los riesgos asociados con la exposición al CO y las acciones a tomar en caso de emergencia por observar cantidades importantes de este gas en el habitáculo de los patrulleros.
- Establecer canales de comunicación como correos electrónicos o mensajerías de texto, audio o video, para enviar alertas y recordatorios periódicos sobre la importancia de mantenerse informados y actualizar conocimientos sobre el tema.
- Diseñar y desarrollar una plataforma en línea que permita el acceso fácil y rápido a la información de capacitaciones y actualizaciones sobre las medidas de control y riesgos relacionados con el CO.
- Establecer un sistema de retroalimentación para recopilar comentarios y sugerencias de los policías sobre la plataforma y mejorar continuamente su contenido y funcionalidad.
- Implementar tecnología de monitoreo de CO en tiempo real en los vehículos patrulleros, que permita detectar de manera automática y continua los niveles de CO en el habitáculo del patrullero.

- Establecer una plataforma o sistema de gestión centralizado que reciba y analice los datos de monitoreo, generando alertas inmediatas en caso de niveles peligrosos de CO presentes en los patrulleros.
- Integrar la tecnología de monitoreo de CO con sistemas de comunicación internos de la policía, para que se generen alertas y se actúe de manera rápida ante la detección de niveles altos de CO.
- Colaborar con empresas o instituciones especializadas en tecnología de monitoreo de CO para implementar soluciones adecuadas a las necesidades de los patrulleros.
- Brindar capacitación y entrenamiento al personal que labora para las estaciones policiales sobre el uso de la tecnología de monitoreo y de interpretación de los datos generados en la situación.
- Establecer un protocolo de actuación claro y preciso que indique acciones a tomar en caso de recibir alertas por niveles peligrosos de CO.

5.6.9 Medida 9: Programas de Campaña

Crear comisiones de trabajo que permitan:

- Diseñar y ejecutar campañas informativas periódicas dirigidas a quienes laboran en los cuerpos policiales a fin de que aborden de manera clara y concisa las medidas de control, los riesgos del CO y las acciones preventivas.
- Desarrollar material educativo-informativo que pueda ser observado mediante pantallas de entretenimiento, conectadas a redes, diseñadas en formatos digitales como infografías, microvideos o presentaciones interactivas tipo tips de conducción rápida. Su duración no debe superar los dos minutos y esta programación debe ser iterativa y observable por todo el personal policial que esté a bordo dentro de los patrulleros,
- Utilizar diversos medios de comunicación como carteles, folletos, videos o redes sociales para difundir la información y llegar a todos los policías de manera efectiva.
- Realizar charlas y capacitaciones experienciales presenciales o virtuales, donde se discutan, detalladamente, las medidas de control y se resuelvan dudas o inquietudes.
- Contar con el apoyo de expertos en comunicación y diseño gráfico para desarrollar material informativo atractivo y de fácil comprensión.
- Establecer alianzas con instituciones educativas, medios de comunicación u organizaciones especializadas en seguridad laboral, para amplificar el alcance de las campañas informativas.

- Evaluar periódicamente el impacto y la efectividad de las campañas informativas, mediante encuestas, entrevistas o seguimiento de indicadores relacionados.
- Promover la conciencia pública sobre la importancia de contar con patrulleros modernos y seguros para el trabajo policial, buscando el respaldo y apoyo de la comunidad.

5.6.10 Medida 10: Entrenamiento en gestión emocional y desarrollo de resiliencia

Crear comisiones que permitan:

- Implementar programas de capacitación y entrenamiento en gestión emocional y desarrollo de habilidades de afrontamiento para los policías que arriesgan su estabilidad y su vida ante la presencia de CO en los habitáculos de los patrulleros. Estos programas deben fortalecer su resiliencia y capacidad para manejar situaciones difíciles y estresantes cuando estén a bordo de los patrulleros.
- Fomentar la creación de grupos de apoyo entre los policías y entidades externas especializadas, donde puedan compartir experiencias sobre lo que acontece bajo la presencia de CO y brindarse mutuo apoyo emocional.
- Proporcionar espacios de reflexión y análisis sobre los desafíos y dificultades asociadas al trabajo policial y al afrontamiento de la presencia de CO en los patrulleros, promoviendo la expresión de emociones y el desarrollo de estrategias de afrontamiento saludables.
- Realizar actividades de *team building* y fortalecimiento del espíritu de equipo, con el objetivo de generar un ambiente de apoyo y camaradería entre los policías.
- Establecer alianzas con expertos en psicología y manejo emocional para diseñar programas específicos de desarrollo personal y emocional para los policías.
- Incorporar técnicas de *mindfulness* y prácticas de relajación en la formación policial, para ayudarlos a gestionar el estrés y mantener la calma en situaciones desafiantes.
- Proporcionar recursos y materiales sobre resiliencia apuntando a la configuración de policías resilientes que no tengan dificultades para el manejo del estrés y el bienestar emocional, con niveles de autonomía y autodeterminación.
- Promover la participación de los policías en actividades de bienestar y autocuidado, como programas de ejercicio físico, asesoramiento nutricional y acceso a servicios de salud mental.

Todas estas medidas de control están afiliadas, con competencia directa, a la fuente productora del riesgo, es decir, a los patrulleros y a quienes les usan en sus labores diarias. En este sentido, deben ser implementadas bajo la mirada de instancias que garanticen, de manera integral y periódica, la seguridad y mejora de los patrulleros por su impacto en las condiciones laborales de los policías que realizan sus funciones de rigor en estos vehículos.

5.7 Plan de capacitación

Para efectivizar y dar una atención integral al personal policial que diariamente suele ejercer sus funciones dentro de un patrullero, se hace imprescindible agendar y desarrollar una atención integral a la vista de garantizar la puesta en marcha y mantenimiento de las medidas de control relacionadas con la inhalación de CO que pudiera estar alojado en los habitáculos de los patrulleros que utiliza el personal policial adscrito al Distrito Policial Eugenio Espejo de la zona 9-DMQ, Quito, Ecuador, sobre todo cuando las cantidades de CO sobrepasan las cotas de alerta e impactan en la salud física y emocional del personal policial. En este sentido, se presenta un compendio de talleres previstos para garantizar la atención de las medidas ya señaladas en secciones anteriores.

Para instaurar este conjunto de medidas, previo se realizará una actividad de socialización prevista para finales del año 2023, con el propósito de atender situaciones de higiene y salud ocupacional de los agentes policiales adscritos a ese distrito policial.

5.7.1 Objetivo de la Actividad de Socialización

Presentar los hallazgos obtenidos en esta investigación, proporcionando detalles sobre cómo implementar las medidas formuladas para reducir los riesgos de exposición al CO en los patrulleros del personal policial del Distrito Policial Eugenio Espejo en la zona 9-DMQ de Quito.

Para lograr lo anterior se hace necesario:

- Garantizar la ejecución de las medidas de mitigación propuestas, apoyándose en la atención de las normativas y en la realización comprometida de una serie de talleres previstos en un plan de capacitación completo.

- Promover la atención integral del personal policial, asegurando el mantenimiento y uso adecuado de los patrulleros, abordando las implicaciones físicas y emocionales por el riesgo de estar expuesto al CO que suele estar presentes en los patrulleros.
- Apoyar y capacitar a los agentes policiales del Distrito Policial Eugenio Espejo de la Zona 9-DMQ de Quito para implementar las medidas de higiene y salud ocupacional mencionadas anteriormente.

5.7.2 Los Talleres de Capacitación

A continuación, se reporta un esbozo general de cada taller, su justificación y el bloque de contenidos mínimos ajustados a la esencia e intencionalidad de la capacitación o actualización programada.

5.7.2.1 Taller 1: Concientización sobre presencia de CO en los patrulleros

En este taller exploraremos los riesgos asociados con la exposición al CO en vehículos patrulleros y aprenderemos medidas preventivas para garantizar la seguridad y el bienestar de los servidores policiales, comprendiendo la importancia de mantenerlos en condiciones adecuadas, evitando la filtración de CO y asegurando una ventilación óptima.

Justificación

La seguridad y el bienestar de los servidores policiales dependen de la concientización sobre los peligros del CO en los vehículos patrulleros. El diagnóstico de las condiciones de trabajo, la medición de la exposición y la implementación de medidas de control pueden reducir los riesgos asociados con el CO y mejorar las condiciones de trabajo de los patrulleros.

Contenidos:

- Exposición al CO
- Riesgos
- Riesgos que se corren por exposición al CO

- Identificación de factores que influyen en la exposición al CO
- Concientización sobre los riesgos del CO
- Descripción de los peligros del CO en vehículos patrulleros.
- Efectos nocivos para la salud y los riesgos asociados con la exposición prolongada.
- Diagnóstico de las condiciones de los puestos de trabajo
- Evaluación de los riesgos y la necesidad de medidas preventivas.
- Niveles de exposición al CO y su comparación con los límites permitidos
- Medición y monitoreo de la concentración de CO en los patrulleros
- Medidas de control y prevención
- Inspección y mantenimiento adecuado de los vehículos patrulleros
- Implementación de sistemas de ventilación y detección de CO
- Establecimiento de protocolos de actuación en caso de exposición al CO

5.7.2.2 Taller 2: Mantenimiento Preventivo de Vehículos Patrulleros: Cuidando tu Seguridad

Este taller nos enseñará sobre la importancia del mantenimiento preventivo para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimos de los vehículos patrulleros. Examinaremos los riesgos por mal funcionamiento del sistema de escape de los patrulleros, cómo detectar fugas y por qué son cruciales los filtros y sellos adecuados. Adquiriremos información práctica comprensiva sobre la necesidad del mantenimiento y el cuidado de los patrulleros.

Justificación:

Para mantener la seguridad y el rendimiento de los vehículos patrulleros, es esencial realizar mantenimientos preventivos, previniendo problemas y garantizando la eficiencia de su funcionamiento. Por lo que se agenda la discusión sobre el mantenimiento y la necesidad de realizar inspecciones regulares que permitan la detección de fugas y sus riesgos, así como el mantenimiento adecuado de los componentes del sistema de escape. De esta manera, se perfila una continua mejora del mantenimiento de los vehículos y su impacto en las condiciones laborales de los servidores policiales.

Contenidos:

- Descripción de los diferentes componentes del sistema de escape y su importancia.
- Funciones de cada componente y su relación con la seguridad y el rendimiento del patrullero.
- Inspección y detección de fugas
- Técnicas de inspección visual y auditiva para detectar posibles fugas en el sistema de escape.
- Señales de deterioro o daños que indican la necesidad de reparación o reemplazo.
- Importancia del mantenimiento adecuado de los filtros y sellos del sistema de escape.
- Procedimientos y recomendaciones para el reemplazo y mantenimiento regular de estos componentes.
- Recomendaciones para prevenir fugas y filtraciones en el sistema de escape.
- Cuidados especiales según las condiciones de uso y el entorno en el que se opera.

5.7.2.3 Taller 3: Herramientas para el Bienestar Policial: Resiliencia y Autocuidado en el Trabajo

En este taller se analizará la resiliencia y el autocuidado como herramientas esenciales para mantener un equilibrio saludable en el entorno laboral policial, partiendo de la idea de que el trabajo policial es exigente y debe utilizar patrulleros para el ejercicio de sus funciones, lo que puede presentar desafíos significativos en el bienestar físico y mental de los agentes. Esbozaremos lineamientos para que cuando estemos en los patrulleros gestionemos el estrés, manejemos nuestras emociones, mantengamos una salud mental equilibrada, cuidemos de nuestra salud física y fortalezcamos el apoyo social y el trabajo en equipo a través de técnicas y estrategias prácticas.

Justificación:

El bienestar de cualquier cuerpo policial siempre es crucial para el desempeño y la satisfacción laboral, dado que los agentes pueden enfrentar los desafíos con mayor fortaleza y equilibrio emocional mediante la resiliencia y el autocuidado.

Una vida profesional y personal más feliz puede lograrse al aprender a gestionar el estrés, manejar las emociones, mantener una salud mental y física equilibrada y mejorar el apoyo social, sobre todo cuando en sus rutinas de trabajo deben realizarse, muchas veces, a bordo de un patrullero ya que forma parte de los objetos útiles para el ejercicio de sus funciones policiales.

Es evidente que cuando se perfilan policías resilientes para afrontar su estancia dentro de un patrullero que pudiera estar contaminado en su interior, se abre espacio para poner en escena planes de mitigación a los riesgos por presencia de CO, lo cual redundaría en la salud física y emocional de los servidores policiales.

Contenidos:

- La resiliencia como capacidad de adaptación y superación de adversidades como la que pudiera surgir al exponerse al CO presente en los patrulleros.
- El autocuidado como un acto de responsabilidad y protección personal en el trabajo policial.
- Gestionar el estrés y mantener la salud mental ante la detección de cantidades importantes del CO presente en los patrulleros
- Manejo emocional y prevención del desgaste laboral
- Herramientas para afrontar situaciones adversas y gestionar las emociones
- La importancia de establecer límites saludables y practicar el autocuidado emocional.
- Apoyo social y trabajo en equipo
- La importancia del apoyo mutuo y la comunicación efectiva entre colegas.
- Estrategias para fomentar la resiliencia en un entorno de trabajo saludable

5.7.2.4 Taller 4: Comunicación Efectiva y Resolución de Conflictos en el Trabajo Policial: Claves para un Entorno Laboral Saludable

Exploraremos la importancia de la comunicación y la resolución de conflictos en el entorno laboral policial, especialmente cuando se sabe que los patrulleros pueden alojar gases contaminantes como el CO. Aprendemos cómo mejorar la comunicación interpersonal,

fomentar la colaboración y manejar los conflictos de manera constructiva, ayudando a mejorar el entorno laboral y las relaciones profesionales.

Justificación:

Las habilidades de comunicación y resolución de conflictos son esenciales para crear un entorno laboral saludable en la policía, sobre todo cuando se ven en la necesidad de compartir momentos dentro de los patrulleros, durante el ejercicio de sus funciones. En este sentido, se justifica el abordaje de estas temáticas que apuestan a la conquista de la eficiencia laboral y al mejoramiento de las relaciones profesionales que se fortalecen mediante el desarrollo de una comunicación asertiva y empática, así como el manejo y resolución de conflictos.

Contenidos:

- Fundamentos de la comunicación efectiva
- Elementos clave de la comunicación efectiva de medidas para la mitigación de riesgos por CO, como la escucha activa y la empatía por atender la resolución a esta problemática.
- Barreras comunes en la comunicación y cómo superarlas.
- Técnicas para expresar ideas y opiniones de manera clara y asertiva.
- Prácticas para el manejo de las emociones en situaciones de comunicación difíciles.
- Estrategias para fomentar la colaboración y la participación activa en el entorno policial.
- Técnicas para abordar y resolver conflictos de manera constructiva y respetuosa.
- Herramientas para la negociación efectiva y la búsqueda de soluciones mutuamente beneficiosas.

5.7.2.5 Taller 5: Respuesta Rápida: Primeros Auxilios y Rescate en el Trabajo Policial

Este taller tiene como objetivo mejorar las habilidades básicas de primeros auxilios y rescate en situaciones de emergencia para agentes policiales que pueden estar en riesgo debido a la exposición a gases contaminantes como el CO.

Aprenderemos técnicas que nos permitirán anticipar la prevención, con apoyo de las medidas para mitigar riesgos por exposición a este gas, y apoyar la atención médica inicial en caso de emergencias causadas por la presencia de CO en los patrulleros.

Justificación:

La policía necesita tener conocimientos y capacitación en primeros auxilios y rescate, especialmente cuando está expuesta al CO producido por una combustión incompleta que puede ocurrir en los patrulleros, por lo que se justifica la necesidad de coordinar asistencia inmediata y segura, optimizando la prevención y adquiriendo habilidades prácticas para el manejo efectivo de situaciones de emergencia, sin dejar fuera su autocuidado.

Contenidos:

- Evaluación inicial y seguridad en el lugar del incidente: los patrulleros
- Identificación de situaciones de alto riesgo y protocolos de actuación, según la cantidad de CO medido en los habitáculos de los patrulleros.
- Primeros auxilios básicos
- Técnicas de reanimación cardiopulmonar y conocimiento de las bondades del desfibrilador.
- Apoyo al manejo de situaciones de emergencia médica como crisis respiratorias.
- Rescate y extracción en casos de accidentes vehiculares
- Coordinación con los servicios de emergencia y trabajo en equipo durante las operaciones de rescate.
- Uso adecuado de equipos de protección personal y técnicas de higiene personal.

5.7.2.6 Taller 6: Prevención de Fatiga y Somnolencia al Volante: Mantén la Alerta en tus Desplazamientos

Nos concentraremos en cómo los servidores policiales pueden reducir la fatiga y atender la somnolencia mientras conducen, tomando en cuenta, entre otros factores, lo referido al ciclo circadiano en torno a la regulación de diversos procesos fisiológicos y de comportamiento en los seres vivos.

Aprenderemos que ante la invasión de signos de cansancio y somnolencia, y desarrollaremos métodos para mantenernos alerta durante largos turnos de conducción de los patrulleros. Promoveremos, también, la seguridad en las vías públicas y optimizaremos el desempeño de los agentes policiales durante sus jornadas de trabajo habitual donde el sueño vence y utilizamos a los patrulleros como lugares de descanso, pero con el motor encendido.

Justificación:

Para garantizar la seguridad vial y la optimización del trabajo policial, es esencial evitar la fatiga y la somnolencia al volante. Reconocer los síntomas de fatiga e implementar estrategias adecuadas de descanso y vigilancia activa, así como asegurarse de que los servidores policiales estén atentos durante los largos turnos de conducción, es vital, por lo que brindaremos herramientas prácticas para promover la seguridad en los desplazamientos y prevenir la fatiga.

Contenidos:

- Identificación de los signos tempranos de fatiga, como bostezos frecuentes, dificultad para mantener los ojos abiertos y disminución de la atención.
- Conciencia de los riesgos y las consecuencias de la fatiga y la somnolencia al volante.
- Entendimiento de la importancia de un sueño reparador y de calidad para prevenir la fatiga durante la conducción de los patrulleros.
- Uso de los patrulleros como espacio de descanso
- Estrategias para prevenir la fatiga durante los turnos de conducción de los patrulleros
- Planificación adecuada de los horarios de descanso y de los turnos de trabajo.

- Uso de técnicas de vigilancia activa, como la conversación con compañeros de trabajo o la escucha de música estimulante.
- Técnicas para mantenerse alerta durante la conducción

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de esta investigación, se ha constatado que tanto Ecuador como los demás países suelen contar, al menos en teoría, con un respaldo legislativo en lo que respecta a la higiene y la salud ocupacional. Este respaldo se manifiesta a través de una serie de disposiciones legales promulgadas por organismos oficiales e instituciones organizadas, tanto a nivel nacional como internacional, cuyo propósito es establecer políticas que garanticen la seguridad y la salud de todos los trabajadores. Dentro de estas políticas se incluye la protección contra riesgos laborales, como la exposición al CO.

Sobre la base de tales preceptos, tiene sentido seguir hurgando dentro de estas realidades buscando hacer efectiva la letra de las políticas, normativas o regulaciones relacionadas con ese gas tóxico, siendo preciso ajustar, reajustar, retomar y redireccionar las medidas tendentes a afrontar este riesgo, sobre todo en casos como los encontrados en esta investigación donde un importante contingente de patrulleros presentó altas concentraciones de CO en su interior.

6.1 Conclusiones

Sobre la base de estas premisas se concluye que:

En la Fase 1 se concretó un diagnóstico para evaluar las condiciones generales de los patrulleros y se determinó que:

- El kilometraje acumulado de cada vehículo y el promedio de kilometraje anual recorrido por cada patrullero superó el rango normal de uso, además de su antigüedad, teniendo la mayoría 9 años utilizándolo, lo cual está asociado con un mayor desgaste de los vehículos y sus partes.
- Tanto puertas como ventanas de esos patrulleros no presentaron problemas aparentes en sus mecanismos, excepto un caso con mal funcionamiento con su sistema de escape, lo cual compromete ciertos desgastes en las partes y el

funcionamiento de las mismas. En este sentido, queda implícita la necesidad de tomar medidas de control para mantenimientos regulares o considerar la sustitución de la flota para garantizar su funcionamiento adecuado y reducir la exposición al CO que, en este caso, se reportó con presencia importante de este gas tóxico que se consideró de alto riesgo en el 62,5% de los casos.

En la Fase 2 se midió la cantidad de CO alojada en cada uno de los 8 patrulleros investigados, sosteniéndose que:

Hubo un registró total de 48 mediciones de CO en los patrulleros analizados, las cuales variaron en un rango comprendido entre 10 ppm y 145 ppm, con un promedio general de concentración de CO de 99,37 ppm.

Resulta especialmente preocupante destacar que el 62.5% de los casos revelaron niveles de CO que representan un riesgo alto sostenido, mientras que el resto de las mediciones denotaron un riesgo moderado. Es oportuno indicar que durante el período horario comprendido entre las 03:00 y las 05:15 horas, todas las mediciones de CO registraron valores superiores a 100 ppm, lo que indica un nivel crítico de riesgo alto en horarios nocturnos y de madrugada.

En la encuesta dirigida a un total de 602 agentes pero respondida solo por una muestra de 213 policías, los resultados indicaron que un 43,66% de los respondientes señalaron experimentar síntomas atribuidos a la presunta presencia de CO en los patrulleros que utilizan en el desempeño de sus funciones. Además, en una submuestra compuesta por 25 agentes de ese grupo, el 44% de ellos también informó experimentar los mencionados síntomas. Estos hallazgos asentaron la preocupación relevante ya señalada por exposición al CO, a la luz de su impacto en la salud.

Entre otros hallazgos se destaca que aunque el 44% de los agentes de la submuestra declaró haber experimentado síntomas por presunta presencia de CO en los patrulleros que utilizan en el ejercicio de sus funciones, se concluyó, con apoyo de una prueba de hipótesis pautada bajo una correlación biserial, que no se puede afirmar la existencia de una relación

significativa entre dicha experimentación y la cantidad de CO medida en los patrulleros, a pesar de que $r = -0,355$ informa sobre una relación inversa moderada entre ellas, pero eso no alcanza para probar que esa relación es estadísticamente significativa al 5%.

Bajo el mismo nivel de significación del 5%, también se analizaron relaciones entre la cantidad de CO medida en los patrulleros (variable continua) y otras variables dicotómicas consideradas en la encuesta tales como el género del agente policial, conoce los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero, conoce de incidentes ocurridos y conoce medidas para prevenir riesgos por exposición al CO.

En todas esas relaciones, debidas a variables consideradas en la encuesta, se establecieron nuevas relaciones pareadas y se usaron correlaciones biserials, concluyéndose que no se encontraron sustentos estadísticos para afirmar que exista una relación significativa entre cada par de variables puestas en relación. No obstante, se encontró una relación significativa entre agentes policiales que declararon conocer los riesgos por estar expuesto a la presencia de CO dentro de un patrullero y también conocen de incidentes ocurridos, en los últimos 5 años, que hayan sido ocasionados por exposición al CO dentro de un patrullero.

Toda esta realidad es preocupante ya que puede implicar riesgos significativos para la salud y bienestar del personal policial que utiliza estos vehículos en su labor diaria, siendo evidente que la antigüedad y el elevado kilometraje promedio de la flota de patrulleros compromete la efectividad de planes de mitigación de riesgos, si se mantiene la flota en las condiciones en que están. Por lo tanto, es crucial tomar medidas inmediatas por contar con una flota desgastada por el tiempo y eso se convierte en un escenario riesgoso para la salud de los policías que usan esos patrulleros, sobre todo porque se tiene un 62,5% de casos en alto riesgo, y el resto moderado

En la Fase 3 se concretó lo referido a las especificaciones de las medidas de control del factor riesgo, para mejorar las condiciones laborales de los patrulleros y, por ende, la de los servidores policiales. Se concluye que los procedimientos seguidos para su construcción siempre se guiaron por aspectos concomitantes con los objetivos de esta investigación y eso abrió espacio para la creación de medidas afiliadas a procesos de monitoreo del mantenimiento preventivo regular de los patrulleros, la mejora en su diseño y construcción y

el uso adecuado de los patrulleros. También se destaca, la implementación de sistemas de alerta temprana y otros aspectos que iluminaron la creación de un compendio de programas de sensibilización y capacitación relacionados con los patrulleros donde es imperativa la concienciación del personal policial sobre los riesgos del CO en los patrulleros y de quienes los comandan y gerencian estas delegaciones, emergiendo así la necesidad de incorporar, de manera contundente, a las TIC en cuanto a la conquista de mecanismos que funcionen bajo un sistema vital de alerta temprana, lo suficientemente promocionado y puesto en acciones de ley.

Sí ese plan de capacitación no está apoyado por un cuerpo de agentes policiales resilientes, es decir, listos para afrontar cualquier adversidad en torno a los patrulleros y salir airoso de esa situación, entonces no es posible garantizar cualquier plan cuyo fuerte sea una higiene ocupacional alumbrada por una apropiada gestión emocional dirigida a afrontar situaciones difíciles y estresantes relacionadas con la exposición al CO en los patrulleros.

Dado que el entramado central de la propuesta está bañado de un complejo entretejido emergente de todo lo dicho y medido durante la investigación, resulta imperativo resaltar que dicha propuesta recoge el espíritu de todo lo que hay que transitar para garantizar el real acogimiento al compendio de medidas de control orientadas hacia la fuente, en el entendido de que las mismas tienen carácter impostergable, luego de conocerse las altas cantidades de CO alojadas en los patrulleros, mayoritariamente de alto riesgo.

Finalmente, se declara que con esta propuesta de medidas de control a la fuente, se espera reducir la exposición continua a altos valores de CO en los patrulleros, así como contribuir con la seguridad y salud del personal policial que enfrenta este riesgo ocupacional en su labor diaria.

6.2 Recomendaciones

Para cerrar esta investigación, queda abierta la necesidad de desarrollar estudios de casos por exposición al CO, donde se relacionen la cantidad de CO presente en los patrulleros con la cantidad de COHB medida en la sangre de los agentes expuestos al CO, mediando la relación con variables de higiene, salud ocupacional y otros campos que den cuenta del capital

social, emocional y cultural imbricado en la problemática. En estos escenarios, es recomendable situar aspectos relevantes en la percepción que tiene la sociedad sobre los riesgos asociados a la exposición a CO. Siendo así, en el caso de los cuerpos policiales prima la necesidad de:

- Implementar procedimientos regulares y automatizados para la medición de CO en los vehículos patrulleros, pensados para monitorear y alertar la exposición del personal policial al CO presente en los habitáculos de esos patrulleros. Eso erradica o amaina posibles riesgos de intoxicación.

- Garantizar la presencia continua de medidores CO en los patrulleros, a fin de realizar seguimientos acompañados por medición de niveles de COHB en los posibles afectados por la exposición.

- Implementar programas de formación y capacitación que fomenten la resiliencia en el personal policial, asistiendo este personal en el afrontamiento y resolución de los problemas relacionados con la exposición al CO y otros desafíos profesionales, y promoviendo su bienestar emocional y mental.

REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). Monóxido de carbono. <https://espanol.epa.gov/cai/monoxido-de-carbono>
- Agency for Toxic Substances and Disease. (2020). *Toxic Substances Portal*. Public Health Statement for Carbon Monoxide: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html
- Al-Matrouk, A., Al-Hemoud, A., Al-Hasan, M., Alabouh, Y., Dashti, A., & Bojbarah, H. (2021). Carbon Monoxide Poisoning in Kuwait: A Five-Year, Retrospective, Epidemiological Study. *Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8854. <https://doi.org/10.3390/ijerph18>
- Almeida Padilla, J. E., & Barreno Palomino, L. S. (2022). *Análisis de la concentración de CO y CO2 en el habitáculo de un vehículo tipo todo terreno y tipo sedán con relación a su incidencia en la calidad de aire interior*. interior [Trabajo de Integración, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17101/1/65T00453.pdf>.
- American Industrial Hygiene Association. (2015). *AIHA Body of Knowledge*. Occupational Exposure Assessment. <https://www.aiha.org/>
- Andrade-Narvaez, F. J. (2020). Desafíos y consideraciones bioéticas de la investigación para la salud en colaboración entre países del Norte y del Sur. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 20(1), 79-92. <https://doi.org/10.18359/rfbi.4474>
- Arias Odon, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme.
- AZ Instrument Corp. (2023). 7597 AZ EB. <https://www.az-instrument.com.tw/es/product-616376/CO2-y-CO-y-Temp-Y-grabadora-RH-77597-AZ-EB.html>
- Bestratén, M., Hernández, A., Luna, P., Nogareda, C., Oncins, M., & Solé, M. D. (2019). *Ergonomía*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. Retrieved 2023, from <https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%ADa+-+A%C3%B1o+2008.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>
- Bolaños Morera, P., & Chacon Araya, C. (30 de Enero de 2017). Intoxicación por monóxido de carbono. *Medicina Legal de Costa Rica - Edición Virtual; Asociación Costarricense de Medicina Legal y Disciplinas Afines*, 34(1), 1-10. Retrieved 28 de Octubre de 2022, from <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v34n1/2215-5287-mlcr-34-01-137.pdf>
- Buitrago Buitrago, J. L., & Velásquez Riaño, M. (2014). Análisis de riesgo ocupacional asociado a la presencia de monóxido de carbono mediante un sistema gráfico. *Revista de Tecnología*, 13(1), 132-138.

- Campos Ocampo, M. (2019). Métodos de investigación académica. *Universidad de Costa Rica, Sistema de Educación General, Curso Integrado de Humanidades*.
- Castañeda, M., Escoda, R., Nogué, S., Alonso, J., Bragulat, E., & Cardellach. (2008). Síndrome coronario agudo por intoxicación con monóxido de carbono. *Revista de Toxicología*, 25(1-3), 69-72.
- Castilla. (2021). *Ergonomía en el entorno de trabajo*. Retrieved 2023, from <https://www.castilla-sa.com/blog/ergonomia-en-el-entorno-de-trabajo/>
- Castillo Corchado, M. Á. (2021). *Estudio de las emisiones contaminantes producidas por vehículos mediante metodologías de sistemas suaves [Trabajo de Grado, Instituto Politécnico Nacional, México]*. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/30290/MIGUEL%20ANGEL%20CASTILLO%20CORCHADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centers for Disease Control and Prevention. (18 de mayo de 2023). *National Center for Environmental Health. Carbon Monoxide Poisoning*: <https://www.cdc.gov/co/>
- Cevallos Gallegos, P. (2023). *Efectos en la salud de los trabajadores de la industria de cárnicos por la exposición en el proceso de ahumado*. [Trabajo de Titulación de Maestría, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/>
- Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. (15 de noviembre de 2004). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (decisión 584)*. Acuerdo de Cartagena 584. Registro oficial suplemento 461.
- Consejo Salud Ocupacional. (2020). *Ergonomía. Disciplinas básicas de la ergonomía*. CSO. Retrieved 2023, from https://www.cso.go.cr/temas_de_interes/ergonomia/archivos/ergonomia.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). A. Asamblea Nacional de la República del Ecuador, Registro Oficial, 449. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Consumer Product Safety Comisión, United States. (11 de abril de 2023). *Carbon-Monoxide-Questions-and-Answers*. [https://www.cpsc.gov/Safety-Education/Safety-Education-Centers/Carbon-Monoxide-Information-Center/Carbon-Monoxide-Questions-and-Answers#:~:text=Carbon%20monoxide%20\(CO\)%20is%20a,%2C%20propane%2C%20and%20natural%20gas.](https://www.cpsc.gov/Safety-Education/Safety-Education-Centers/Carbon-Monoxide-Information-Center/Carbon-Monoxide-Questions-and-Answers#:~:text=Carbon%20monoxide%20(CO)%20is%20a,%2C%20propane%2C%20and%20natural%20gas.)
- Correa, A. (2018). *Trabajo a turnos y cronoergonomía*. Retrieved 2023, from http://www.ugr.es/~act/presentacion/Cronoergonomia_diapositivas_AngelCorrea.pdf
- Cruz Lainez, J. H. (2016). *Estudio de investigación para determinar el nivel de contaminación que ocasiona el monóxido de carbono (CO) producido por el parque automotor del cantón La Libertad de la provincia de Santa Elena*. [Trabajo de Titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3610/1/UPSE-TII-2015-041.pdf>.

- Editors_Google_Docs. (12 de febrero de 2023). *Google Forms*. Formularios. <https://docs.google.com/forms/u/0/>
- El Comercio. (15 de enero de 2019). Dos policías aparecen muertos en un patrullero en el norte de Quito. <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/policias-muertos-interior-patrullero-quito.html>
- EL Telégrafo. (20 de agosto de 2020). Dos policías fallecieron por inhalar monóxido de carbono. *Justicia*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/12/policias-muerte-monoxido-carbono>
- Fundación de Vida Sostenible. (23 de marzo de 2023). *Esto es lo que pasa cuando enciendes el motor de tu coche*. Sección coche, contaminación atmosférica. <https://www.vidasostenible.org/esto-es-lo-que-pasa-cuando-enciendes-el-motor-de-tu-coche/>
- Guirola, J., Pérez, L., García, Y., O'Rellys, D., & Guedes, R. (2019). Intoxicación por monóxido de carbono. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2), 245-251. <https://doi.org/https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedmil/cmm-2019/cmm1921.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la investigación holística*. Sypal.
- IBM. (2019). SPSS 27 Statistics. <https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2023*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Economía Social de España.
- Laurig, W., & Vedder, J. (2019). *Ergonomía*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Retrieved 2023, from <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+29.+Ergonom%C3%ADa>
- Lind, D. A., Marchal, W., & Wathen, S. (2014). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. McGraw-Hill.
- López Forero, J. S., R. R., & Beltrán Barragán, J. (2019). *Propuesta para la prevención del riesgo. Un análisis documental de la exposición al monóxido de carbono en los trabajadores de parqueaderos subterráneos*. Universidad ECCI.
- López, J. M. (03 de Enero de 2020). *El Diario Vasco*. Retrieved 10 de Noviembre de 2022, from El Diario Vasco: <https://www.diariovasco.com/alto-deba/arrasate/intoxicacion-monoxido-carbono-cocher-20200102170059-nt.html>
- Ministerio del Ambiente, Agua, y Transición Ecológica, Ecuador. (1 de abril de 2022). <https://www.ambiente.gob.ec>

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España. (28 de febrero de 2023). *Gobierno de España, PTR España*. CO (Monóxido de Carbono): <https://prtr-es.es/Monoxido-carbono-775112007.html#:~:text=El%20CO%20es%20una%20sustancia,debilidad%20y%20p%C3%A9rdida%20del%20conocimiento.>
- Mora, J. C., Sibaja, J. P., & Borbón, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica del agua de lluvia y de niebla. *Scielo*, 34(1). <https://doi.org/dx.doi.org/10.18845/tm.v34i1.4806>
- Muñoz, J. (3 de enero de 2023). *Autofact*. ¿Qué kilometraje de tener un vehículo según sus años?: <https://www.autofact.cl/blog/comprar-auto/antecedentes/kilometraje-promedio-auto>
- National Geographic. (2023). *Qué es el ciclo circadiano y cómo al conocerlo dormimos mejor*. Retrieved abril de 2023, from <https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/02/que-es-el-ciclo-circadiano-y-como-al-conocerlo-dormimos-mejor>
- NTE INEN 2102:98. (2002). *Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Métodos research (RON)*. INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2102.pdf>
- OPS. (2019). *OMS estima que 7 millones de muertes ocurren cada año debido a la contaminación atmosférica*. OMS. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9406:2014-7-million-deaths-annually-linked-air-pollution&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
- Oquendo Gómez, J., García Herrera, L. F., & Quintero, C. A. (2022). Diseño de un prototipo que permita minimizar la emisión de gases contaminantes generados en los procesos químicos e industriales del sector curtiembres en el departamento de Antioquia. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología Innovación*, 9(2), 170-179. <https://doi.org/https://doi.org/10.26495/icti.v9i2.2269>
- Organización Mundial de la Salud. (22 de septiembre de 2021). *La contaminación del aire es una de las mayores amenazas ambientales para la salud humana, junto con el cambio climático (Comunicado de Prensa)*. <https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- Organización Mundial de la Salud. (19 de diciembre de 2022). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

- Palacios, P. (2020). *Fuentes de contaminación atmosférica 2020*. Alcaldía de Cuenca. Retrieved 2023, from https://www.emov.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/CALIDAD_DEL_AIRE_2020_compressed.pdf
- Revathi, E., Paul, N. J., & Sreekanth, S. (2019). Study on carbon monoxide emission in osmania university campus. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, 9(5), 1-8.
- Ruiz, M., & Rodríguez, A. (2014). Comparación de tasa metabólica en reposo medida por calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas, en mujeres adultas jóvenes y adultas mayores de peso corporal normal. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(1), 17-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000100002>
- Rutchik, J., Bowler, R., & Ratner, M. (2021). A rare case of Holmes tremor in a worker with occupational carbon monoxide poisoning. *American Journal of Industrial Medicine*, 64(5), 435-449. <https://doi.org/10.1002/ajim.23235>
- Sagñay, J. A. (2016). *Bases para inventario de emisiones del parque automotor en la ciudad de Guayaquil*. [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/49677/1/d-76531%20sagnay.p>
- Sánchez, J., Jairala, L., León, E., Naranjo, J., Vásquez, E., Alarcón, T., & Centanaro, M. (2017). Intoxicación por Monóxido de Carbono, Presentación de un Caso. *Revecuatneurol*. Retrieved 2023, from <http://revecuatneurol.com/wp-content/uploads/2015/06/Intoxicaci%C3%B3n-por-Mon%C3%B3xido-de-Carbono-Presentaci%C3%B3n-de-un-Caso.pdf>
- Sánchez, S., Moreno, C., & Julio, H. (2019). Síndrome de dificultad respiratoria aguda secundario a intoxicación por monóxido de carbono, reporte de caso. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2019.05.003>
- Semjen, R. (2020). Contaminación atmosférica y medioambiental y patología respiratoria. *Elsevier*, 24(3), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(20\)44024-3](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(20)44024-3)
- Tamayo y Tamayo, M. (1999). *Serie aprender a investigar*. ARFO Editores.
- Tipanluisa, L. E., Remache, A. P., A. C., & R. S. (2017). Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotas con combustibles de dos calidades. *Información tecnológica*, 28(1), 03-12. *Información Tecnológica*, 28(1), 3-12. <https://dx.doi.org/10.40>
- Toapanta, M. (2018). *Uso del suelo en actividades agropecuarias de la comunidad La Esperanza y su impacto sobre la conservación del recurso hídrico de la reserva ecológica El Ángel* [Trabajo de Titulación de Maestría, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8053/1/PG%20627%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Universidad Técnica del Norte. (2023). *Programas de Posgrado*. Maestría en Higiene y Salud Ocupacional. <https://posgrado.utn.edu.ec/index.php/maestria-en-higiene-y-salud-ocupacional/>

Velepucha-Sánchez, J. M., & Sabando-Piguabe, L. F. (2021). Emisiones de gases contaminantes en vehículos livianos a gasolina. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación.*, 4(8), 78-95. <https://doi.org/10.46296/ig.v>

ANEXOS

Anexo 1

Descripción técnica de los vehículos patrulleros a medir las concentraciones de CO al interior del habitáculo.

Fecha de aplicación: _____

1. Especificaciones Generales del vehículo de muestra

- Marca: _____
- Modelo: _____
- Cilindraje: _____
- Tipo de combustible: _____
- Año de fabricación: _____
- Tipo de vehículo: _____
- Clase de vehículo: _____
- Número de chasis: _____
- Placa del vehículo: _____
- Kilometraje: _____

2. Revisión de condiciones del vehículo antes de la medición

Parte del vehículo	¿El mecanismo de apertura		¿El mecanismo de cierre		Observaciones
	funciona?	no funciona?	funciona?	no funciona?	
Calefacción					
Ventoleras del climatizador					
Ventana delantera izquierda					
Puerta delantera izquierda					
Ventana delantera derecha					
Puerta delantera derecha					
Ventana posterior izquierda					
Puerta posterior izquierda					
Ventana posterior derecha					
Puerta posterior derecha					

3. Resultados de la medición

Medición N.º					
Fecha					
Hora de Inicio					
Hora de Fin					
Resultados Preliminares					
CO ppm	CO2 ppm	Temperatura de aire (T.A.)	Unidad de humedad relativa (% rh)	Temperatura del punto de rocío (D.P.)	Temperatura del bulbo húmedo W.B.T.

Observaciones:

Anexo 2

Riesgos al Monóxido de Carbono - Formularios de Google Forms

Datos sociodemográficos y de Riesgos, Incidentes, Medidas de Control y Síntomas por exposición al monóxido de carbono en vehículos patrulleros

¡Estimad@ Agente, Bienvenid@)!

¡Muchas gracias por acceder al enlace proporcionado para abrir y participar en esta breve encuesta que aportará información útil para el desarrollo del Trabajo de Titulación!: FACTOR AMBIENTAL POR EXPOSICIÓN AL MONÓXIDO DE CARBONO EN EL PERSONAL POLICIAL AL INTERIOR DE LOS VEHÍCULOS PATRULLEROS Y MEDIDAS DE CONTROL

Ing. Franklin Eduardo Jumbo Sarango

Maestrante del Posgrado de Higiene y Salud Ocupacional
Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

1. Número de Cédula de Identidad: -

2. Género

Masculino
Femenino

3. Edad (en años cumplidos)

Menos de 26

- 26-35 años
- 36-45 años
- 46-55 años
- 56-65 años
- Más de 65 años

4. Años de servicio (cumplidos) como agente policial

- Menos de 3 años
- 3-8 años
- 9-14 años
- 15-20 años
- Más de 20 años

5. Número de horas diarias, aproximadas, que suele permanecer dentro del patrullero

- Menos de 2 horas
- 2-3 horas
- 4-5 horas
- 6-7 horas
- Más de 7 horas

6. ¿Conoce los riesgos por estar expuesto a la presencia de monóxido de carbono dentro de un patrullero?

Si
 No

7. ¿En los últimos 5 años, conoce de incidentes ocasionados por exposición al monóxido de carbono en vehículos patrulleros?

Si
 No

8. ¿Conoce medidas para prevenir riesgos por exposición al monóxido de carbono?

Si
 No

9. ¿Ha experimentado dolores de cabeza, mareos, vértigos, molestares estomacales, problemas respiratorios u otros síntomas, con mayor frecuencia que lo habitual, cuando está dentro de un vehículo patrullero en su jornada laboral o después de abandonarlo?

Si
 No

¡Muchas gracias por su colaboración!
¡YA PUEDE ENVIAR SU FORMULARIO!