



Powered by  
Arizona State University

# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autor:** Javier Gonzalo Villacrés Ramón

**Tutor:** Ing. Alex Fernando Llerena Mena

**Estudio Técnico de la Presencia del Monóxido de Carbono en el  
Habitáculo del Vehículo Patrullero Sportage Active**



**Certificado de Autoría**

Yo, Javier Gonzalo Villacres Ramon, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, reglamento y leyes.

---

Javier Gonzalo Villacres Ramon

C.I: 0705292704

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Alex Fernando Llerena Mena certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad e intensidad, como de su contenido.

---

Ing. Alex Fernando Llerena Mena

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mi familia especialmente a mis padres Javier Villacres y Elena Ramon mi principal fuente de motivación y superación ya que con sus enseñanzas y apoyo incondicional han sabido guiarme por el buen camino.

A la Policía Nacional ya que con su ayuda y colaboración hicieron posible la elaboración y presentación de este trabajo.

**Javier Gonzalo Villacres Ramon**

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a mis padres pilares fundamentales en mi vida, a mis hermanos Melina y Andrés quienes son motivo de superación para mí y a toda mi familia que me ha brindado el apoyo en distintos momentos de mi vida.

A mis compañeros y amigos que a lo largo de este camino han ayudado de una u otra manera a terminar mi carrera.

A mis maestros que con su dedicación, sabiduría y paciencia me brindaron sus conocimientos, en especial a mi tutor Alex Llerena Mena que con su paciencia y dedicación fue participe de este trabajo.

**Javier Gonzalo Villacres Ramon**

## Resumen

En la última década se ha evidenciado que muchos agentes que pertenecen a la Policía Nacional han sufrido accidentes en los vehículos Kia Sportage Active que son usados como patrulleros, debido a la inhalación de gases contaminantes de monóxido de carbono, provocando que miembros policiales, tengan desconfianza a la hora de usar los vehículos para poder cumplir con sus obligaciones de mantener el orden público y precautelar la seguridad ciudadana, es por estas razones que el Ministerio de Defensa está teniendo un cuidado y mantenimiento estricto en la flota de vehículos Kia Sportage active. En lo que respecta a los mantenimientos preventivos y correctivos y en especial al sistema de escape de gases contaminantes que es la causa principal para que existan estos accidentes. El objetivo de este estudio es determinar las causas por la que suceden estos problemas en las diferentes condiciones de trabajo y analizar los parámetros técnicos con la ayuda de un equipo específico que detectara los gases contaminantes en el habitáculo del vehículo y conocer el porcentaje de contaminación que se tiene en estos automotores. La principal causa de muertes he intoxicaciones que han sufrido los agentes de la Policía es por la inhalación de gases contaminados por monóxido de carbono por lo que este estudio se basa en obtener valores de contaminación de monóxido de carbono, he identificar las causas principales para exista este problema. Se realizarán pruebas en las diferentes condiciones de trabajos para obtener resultados reales según su condición. Las diferentes pruebas realizadas en las distintas condiciones de trabajo de los vehículos estudiados, se descarta la mala calidad del vehículo o problema del sistema de escape del vehículo, sino más bien, es por el mal uso de estos vehículos, ya que un vehículo está diseñado para conducirlo, ya que el vehículo está diseñado para conducirlos mas no para descansar por largos periodos con los vidrios totalmente arriba.

**Palabras claves:** Monóxido, Seguridad, Contaminación, Intoxicación.

## Abstract

In the last decade it has been shown that many agents belonging to the National Police have suffered accidents in Kia Sportage Active vehicles that are used as patrol cars due to the inhalation of carbon monoxide polluting gases, it causes police members to have distrust when using the vehicles to be able to comply with their obligations to maintain public order and safeguard citizen security, it is for these reasons that the Ministry of Government is being careful and executes strict maintenance to the fleet of Kia Sportage Active vehicles with regard to preventive and corrective maintenance and especially to the exhaust system of polluting gases which is the main cause for these accidents to happen. The objective of this study is to determine the causes of these problems in different working conditions and to analyze the technical parameters with the help of specific equipment to detect the polluting gases in the vehicle's interior and to know the percentage of contamination that these vehicles have in the cabin. The main cause of deaths and poisonings that police officers have suffered is due to the inhalation of gases contaminated by carbon monoxide, so this study is based on obtaining values of carbon monoxide contamination and also identifying the main causes that generate this problem. Tests are carried out in different working conditions to obtain real results according to their condition. The different tests carried out in the different working conditions of the vehicles studied rule out the idea of poor quality of the vehicle or a problem with the vehicle's exhaust system, but rather, it is due to the misuse of these vehicles, since a vehicle is designed to drive it, but not to rest for long periods with the windows fully up.

**Keywords:** Monoxide, Safety, Pollution, Intoxication.

## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xii
Índice de tablas.....	xiii
Capítulo I.....	1
1 Introducción.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	3
1.2.3 Sistematización del Problema.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	4
1.4.1 Justificación Teórica.....	4
1.4.2 Justificación Metodológica.....	4
1.4.3 Justificación Práctica.....	5
1.4.4 Delimitación Temporal.....	5

1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	5
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	5
1.5	Hipótesis .....	6
1.5.1	<i>Variable de Hipótesis</i> .....	6
1.5.2	<i>Variable Independiente</i> .....	6
1.5.3	<i>Variable Independiente</i> .....	6
	Capítulo II.....	8
2	Marco Referencial .....	8
2.1	Accidentes en la Policía Nacional a Causa de Intoxicación de CO.....	8
2.1.1	<i>Conceptos Preliminares</i> .....	8
2.1.2	<i>Efectos del Monóxido de Carbono en las Personas</i> .....	9
2.1.3	<i>Efectos del Monóxido de Carbono en la Hemoglobina de la Sangre</i> .....	10
2.2	Ventilación.....	10
2.2.1	<i>Entradas de Aire en el Habitáculo de un Automóvil</i> .....	10
2.2.2	<i>Ventilación del Habitáculo</i> .....	11
2.2.3	<i>Efectos de la Ventilación</i> .....	12
2.3	Sistema de Escape.....	12
2.3.1	<i>Función del Sistema de Escape</i> .....	12
2.3.2	<i>Componentes del Sistema de Escape</i> .....	12
2.3.3	<i>Termo Protector</i> .....	13
2.3.4	<i>Colector de Escape</i> .....	13
2.4	Sensor de Oxígeno Delantero .....	14
2.4.1	<i>Silenciadores</i> .....	15
2.4.2	<i>Convertidor Catalítico</i> .....	16
2.5	Emisiones de Monóxido de Carbono en los Vehículos .....	16

Capítulo III.....	18
3 Metodología de Estudio de la Presencia de CO en el Habitáculo .....	18
3.1 Equipo Detector de Monóxido de Carbono .....	18
3.1.1 Medidor de Monóxido de Carbono ET110 .....	18
3.1.2 Especificaciones del Detector de Monóxido de Carbono .....	19
3.1.3 Características Generales del Equipo Klein Tools ET110.....	19
3.1.4 Características de Equipo Detector de Monóxido de Carbono.....	19
3.1.5 Descripción de Funcionamiento del Equipo ET110 .....	22
3.1.6 Pruebas de Medición de Monóxido de Carbono.....	24
3.1.7 Pruebas Realizadas en el Vehículo .....	25
Capitulo IV.....	28
4 Análisis Comparativo de las Pruebas de Monóxido de Carbono .....	28
4.1 Comparación de Pruebas con el Vehículo Patrullero en Frio .....	28
4.2 Comparación de Pruebas con el Vehículo en Funcionamiento .....	30
4.3 Comparación de Pruebas con el Vehículo Caliente.....	32
Conclusiones .....	36
Recomendaciones .....	38
Bibliografía .....	39

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Caudal de Aire en la Cabina</i> .....	11
Figura 2 <i>Termo Protector</i> . .....	13
Figura 3 <i>Colector de Escape</i> .....	14
Figura 4 <i>Sensor de Oxígeno</i> .....	15
Figura 5 <i>Silenciador</i> .....	15
Figura 6 <i>Convertidor Catalítico</i> .....	16
Figura 7 <i>Detector de Monóxido de Carbono y sus Características</i> .....	20
Figura 8 <i>Detalles de Pantalla</i> .....	21
Figura 9 <i>Pruebas a Vehículo Patrullero</i> .....	25
Figura 10 <i>Análisis de Gases de Monóxido de Carbono en el Habitáculo</i> .....	26
Figura 11 <i>Proceso de Pruebas</i> .....	27
Figura 12 <i>Resultados de los Vehículos en Condiciones de Trabajo en Frio</i> .....	28
Figura 13 <i>Resultados Obtenidos en Vehículo en Condiciones de Funcionamiento</i> ....	30
Figura 14 <i>Resultado en Vehículos en Condiciones Post Funcionamiento</i> .....	33
Figura 15 <i>Análisis de Resultados de las Mediciones</i> .....	35

**Índice de tablas**

Tabla 1 <i>Características del Equipo Detector Klein Tools ET110</i> .....	19
Tabla 2 <i>Valores de Concentración de Monóxido de Carbono</i> .....	24
Tabla 3 <i>Resultados con el Vehículo en Frio</i> .....	30
Tabla 4 <i>Resultados Obtenido con el Vehículo en Funcionamiento</i> .....	32
Tabla 5 <i>Resultados Obtenidos en Vehículos en Caliente</i> .....	34

## **Capítulo I**

### **Introducción**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Estudio Técnico de la Presencia del Monóxido de Carbono en el habitáculo del Vehículo Patrullero Sportage Active.

#### **1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema**

Los vehículos de la marca Kia modelos Sportage Active presentan inconvenientes ingreso de CO (monóxido de carbono) al interior del habitáculo del vehículo que deben ser solucionados, producto del mal mantenimiento y uso de estos vehículos. (Medina, 2020)

##### ***1.2.1 Planteamiento del Problema***

En nuestro país los vehículos patrulleros Kia Sportage Active son de mucha utilidad para otorgar seguridad a los ciudadanos ecuatorianos, por ello, es importante realizar el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado para que estos automotores circulen con eficiencia y que los conductores no sean perjudicados ni tengan temor al momento de circular en estos vehículos para que así logren otorgar la seguridad al país.

Desde el año 2014 la empresa AEIKA ha entregado vehículos patrulleros Kia Sportage Active para que la Policía Nacional pueda patrullar y velar por la seguridad de los ecuatorianos, estos vehículos tienen desde el 24% hasta el 31% de componente nacional, esto por pedido del Ministerios del Interior a la concesionaria, conforme lo estable las leyes de productividad en el Ecuador, con el fin de proteger e impulsar a la industria nacional (Gobierno, 2021).

A nivel nacional el Ministerio de Gobierno ha adquirido 2.057 vehículos patrulleros homologados, donde la mayor cantidad de estos vehículos se encuentra en la provincia de Guayas y Pichincha, ya que son las provincias que necesitan de más patrullaje por parte de los agentes de la Policía Nacional, es por esto que las empresas como AEIKA y KMOTOR S.A. son las encargadas de brindar los mantenimientos preventivos y correctivos a estos vehículos

(Gobierno, 2021).

El correcto mantenimiento es fundamental para el funcionamiento de estos vehículos ya que alargan la vida útil, patrullan las calles con eficiencia, minimizan tener vehículos parados ya sea en el cuartel de la policía o en los talleres de la concesionaria, minimizan gastos de mantenimientos correctivos y daños que provienen del sistema de escape y por ende las emisiones de gases contaminantes en la cabina ya que esto pueden causar daños y pérdidas graves.

Es evidente que en nuestro país los policías que están a cargo de estos vehículos patrulleros no tienen conocimiento del correcto uso y mantenimiento que deben tener con estos vehículos ya que si no se los ejecuta de la manera correcta los costos pueden ser muy elevados. Algunos de estos problemas se pueden superar con capacitaciones del uso y mantenimiento de estos vehículos a los señores policías que están a cargo de los vehículos patrulleros.

Un evento ocurrido el 18 de septiembre del 2021 en el barrio corazón de Jesús de la parroquia Sayausi de Cuenca se encontraron dos agentes de la Policía Nacional inconscientes en el interior de un patrullero. Los mismos que fueron trasladados al Hospital Universitario del Rio para donde estuvieron hospitalizados, luego se dio a conocer, que uno de ellos falleció y el otro permanece en la Unidad de Cuidados Intensivo. Los socorristas presumen que los dos agentes se quedaron dormidos con el vehículo encendido e inhalaron monóxido de carbono (Comercio, 2021).

Un caso similar se dio en la ciudad de Quito el 15 de enero en el sector La Bota, donde fueron encontrados dos agentes de la Policía Nacional sin vida en el interior de un vehículo de esta institución. La muerte de los agentes se debió por posible inhalación de monóxido de carbono ya que habían permanecido en el interior del vehículo por horas, según señala un reporte (Telegrafo, Dos policías son hallados muertos en el interior de un patrullero, 2019).

Dos policías de 25 y 36 años murieron intoxicados con monóxido de carbono dentro de

un patrullero la madrugada del viernes en el Valle de Los Geranios, cerca de Vergeles, en el norte de Guayaquil. Fueron hallados dentro del vehículo oficial con los vidrios cerrados y con los asientos reclinados, murieron por la inhalación del gas casi imperceptible que ya ha matado a algunos uniformados de forma similar en los últimos años, por lo que el comandante de la Zona 8, el general Víctor Arauz, indicó que se investiga si el carro había recibido un mantenimiento adecuado, pero aclaró que tienen los contratos para estos servicios.

### ***1.2.2 Formulación del Problema***

¿El proyecto de estudio de CO en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active permitirá conocer los factores por los cuales el CO ingresa a la cabina del vehículo y determinar qué acciones ejecutar para minimizar el riesgo de ser intoxicados por estos gases contaminantes?

### ***1.2.3 Sistematización del Problema***

- ¿Cuál es la influencia de este proyecto para disminuir el riesgo de ser intoxicados por el CO en el vehículo patrullero Kia Sportage Active?
- ¿Cuáles son los parámetros correctos de medición de CO que debe tener el sistema de escape vehículo patrullero Kia Sportage Active?
- ¿Cada que tiempo es recomendable realizar el mantenimiento preventivo o correctivo al sistema de escape del vehículo patrullero Kia Sportage Active?
- ¿Qué otros factores influyen en el ingreso de CO a la cabina del vehículo patrullero Kia Sportage Active?
- ¿Cuáles serían los costos de mantenimientos correctivos del sistema de escape de vehículo patrullero Kia Sportage Active especialmente para solventar el ingreso del CO en el habitáculo del vehículo?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### ***1.3.1 Objetivo General***

Determinar los factores que influyen en el ingreso de CO en el habitáculo del vehículo

patrullero Kia Sportage Active, en función de un análisis técnico.

### **1.3.2 *Objetivos Específicos***

- Describir las causas fundamentales por las cuales los policías se intoxican con CO en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active.
- Analizar los parámetros técnicos al momento de realizar las mediciones de CO que se obtienen en el interior del habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active.
- Determinar que componentes del sistema de escape se deterioran con mayor rapidez e influyen en el ingreso del CO en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active.

## **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

Desde los puntos de vista teórico, metodológico y práctico se respondieron las interrogantes o incógnitas de la presente investigación.

### **1.4.1 *Justificación Teórica***

La fundamentación teórica de este análisis se respalda con investigaciones realizadas sobre el ingreso de gases contaminantes de CO al habitáculo de los vehículos, basándose en teorías reales que se puedan emplear en el desarrollo de este proyecto.

### **1.4.2 *Justificación Metodológica***

La viabilidad de mi estudio sobre el ingreso de CO considerando todos los detalles técnicos, lógicos e investigativos, permitirá explicar con claridad los factores que influyen en el ingreso de CO al habitáculo de la cabina de vehículo patrullero Kia Sportage Active, unas de las ventajas que conseguiré es conocer el kilometraje en el cual se debe realizar el mantenimiento preventivo del sistema de escape e informar a los miembros de la Policía Nacional el riesgo que resultaría utilizar a estos vehículos como medio de descanso. Esto permitiría evitar pérdidas de vidas humanas de miembros de la Policía Nacional y evitar

intoxicaciones por CO. (Chávez B., 2020)

#### ***1.4.3 Justificación Práctica***

A escala nacional la Policía Nacional utiliza prioritariamente los vehículos Kia Sportage Active para patrullar las ciudades, calles y barrios de nuestro país, brindando seguridad a los ciudadanos.

Datos del parte de la Policía Nacional indican que los gendarmes habrían fallecido o han sido intoxicados por la inhalación de CO, casos similares se han reportado anteriormente en otras provincias con policías fallecidos y otro trasladados a hospitales con síntomas de asfixia, jefes de la Dinased señalan que la causa probable era la inhalación de monóxido de carbono (Universo, 2019).

El estudio dio como resultado que los agentes de la Policía Nacional conozcan los factores que influyen en el ingreso de CO al habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active y eviten que estos factores se repitan ya sea por falta de mantenimiento o por uso de estos vehículos como medio de descanso.

#### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

El estudio se realizó en el periodo de junio del 2021, hasta octubre del 2021, transcurso que ayudará a desarrollar el estudio, y de esta manera plantear los factores más influyentes.

#### ***1.4.5 Delimitación Geográfica***

El estudio se realizó en los vehículos de la Policía Nacional de la zona 8 de la ciudad de Guayaquil, los cuales son utilizados para patrullar y brindar seguridad en los diferentes barrios y calles de la ciudad.

#### ***1.4.6 Delimitación del Contenido***

El bloque inicial estará dirigido a la creación de un marco conceptual, el cual está constituido de conceptos imprescindibles para la discusión tales como el ingreso de CO al habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active, posteriormente explicare las causas y

factores que influyen en el ingreso de CO al habitáculo del vehículo, se hará énfasis en el mantenimiento del sistema de escape que aconseja la marca dependiendo el kilometraje recorrido y se conocerá especialmente los parámetros correctos en las mediciones de CO.

El bloque secundario posee como objetivo resumir, conforme a la situación actual de los vehículos patrulleros, el provecho que obtienen con el conocimiento de los factores y causas que intervienen en el ingreso de CO al habitáculo del vehículo y como evitar que estos sucedan.

El tercer bloque se establecieron los costos de la reparación del sistema de escape y de los componentes que más se deterioran, se comparara las ventajas que se obtienen al momento de realizar los mantenimientos preventivos al kilometraje correcto.

## **1.5 Hipótesis**

El estudio de la presencia de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active permitirá adquirir resultados beneficiosos para la prevención de intoxicación por CO y prevenir muertes y enfermedades en los miembros de la Policía Nacional.

Esta investigación radica en conocer cuáles son los motivos por los que miembros de la Policía Nacional se intoxican por CO, y proponer protocolos o costumbres para la prevención de intoxicación por CO.

¿Mediante el análisis de los factores técnicos se podrá determinar las causas que influyen en el ingreso de CO en el habitáculo del vehículo?

### **1.5.1 Variable de Hipótesis**

### **1.5.2 Variable Independiente**

- Vehículos Kia Sportage Active de uso de patrulleros.

### **1.5.3 Variable Dependiente**

- Efectos del monóxido de carbono en la salud de las personas.
- Concentración de CO en el habitáculo del vehículo.

- Componentes del sistema de escape.
- Recirculación de aire en el habitáculo del vehículo.

## Capítulo II

### Marco Referencial

En este capítulo se establecen los efectos del monóxido de carbono en las personas, además se estudió sobre los ductos de ventilación en la cabina, el sistema de escape y los componentes del vehículo, donde se pudo establecer cuáles son las causas o los errores principales que los agentes cometen ocasionando este tipo de accidentes.

#### **2.1 Accidentes en la Policía Nacional a causa de intoxicación de CO**

Los agentes de la Policía Nacional han tenido algunos accidentes durante los últimos años, como intoxicaciones por CO, pérdidas humanas causadas por la inhalación de CO, causando miedo y preocupación a los conductores de estos vehículos al momento de patrullar y brindar seguridad en estos vehículos.

Hoy en día las consecuencias que se pueden llegar a tener al respirar el CO, ya que es de los principales gases contaminantes que emiten los motores de combustión interna y que las personas exhalan, esto trae como consecuencia graves enfermedades para el ser humano y que podría ocasionar la muerte.

##### **2.1.1 Conceptos Preliminares**

La intoxicación por CO se pueden dar por diferentes causas las cuales no se las conoce en su totalidad hoy en día, es por eso por lo que se pretende sentar bases conceptuales con respecto a las causas de intoxicación por CO, la recirculación de aire en el habitáculo del vehículo y las enfermedades que pueden desencadenar al respirar el CO.

Los vehículos patrulleros Kia Sportage Active de la Policía Nacional su función principal es el patrullar y brindar seguridad a las ciudades, barrios, parroquias y calles de Ecuador las 24 horas del día todos los días de año, cada vehículo patrullero tiene 3 posibles conductores los cuales están a cargo de conducir estos vehículos en un horario designado por sus superiores, por razones de la carga o cansancio laboral u otras razones que se desconoce,

ciertos miembros de la policía nacional se estacionan a descansar y en ciertas ocasiones se quedan dormidos con el vehículos completamente cerrado y asegurado, esto tiene como consecuencia que el riesgo de intoxicación sea aún más grande y peligroso.

Según lo investigado ya son 11 los miembros de la Policía Nacional que han sido víctimas de muerte por intoxicación de CO, y otros 6 han sido afectados gravemente a su salud y han estado cerca de perder la vida, ya que han presentado cuadros clínicos como falta de respiración, náuseas, desmayo entre otras.

### ***2.1.2 Efectos del Monóxido de Carbono en las Personas***

El CO entre los cinco contaminantes de la atmosfera terrestre es considerado el más peligroso, alcanzando concentraciones que varían entre el 50% y 52%, siendo en un 80% aproximadamente las principales fuentes productoras los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diésel (Gómez R. C., 2017).

Esta sustancia es conocida por su alta toxicidad para el ser humano, evidenciando la aparición de consecuencias adversas en la salud, especialmente en órganos de alto consumo de oxígeno como el cerebro y el corazón, además, de efectos nocivos cardiovasculares como: hipertensión arterial, aparición de arritmias, entre otros y neuropsicológicos siendo los de mayor frecuencia: déficit de la memoria, la atención, la concentración y alteraciones del movimiento tipo parkinsonismo; estas en presencia de concentraciones de monóxido de carbono en aire inferiores a 25 partes por millón (ppm) y a niveles de carboxihemoglobina en sangre inferiores al 10% (Gómez R. C., 2017).

Los automotores desprenden gases nocivos para la salud, pero sin duda el más abundante, y a tener en cuenta es el monóxido de carbono. El CO es tan solo algo más ligero que el aire, por esta razón, en función de las condiciones atmosféricas y del esquema de ventilación, el CO quedara estancado a cierto nivel o se elevara gradualmente hacia el techo. Sus efectos fisiológicos son cansancio, dolor de cabeza, náuseas y puede producir, en última

instancia, la muerte. No obstante, estos efectos son reversibles si se detectan a tiempo (Gómez R. C., 2017).

### ***2.1.3 Efectos del Monóxido de Carbono en la Hemoglobina de la Sangre***

El monóxido de carbono, que por sus características fisicoquímicas es llamado “el asesino silencioso”, utiliza múltiples mecanismos de toxicidad que explican sus potenciales efectos adversos en la salud humana. Entre ellos se encuentra los siguientes: compite con el oxígeno y altera la curva de disociación de la hemoglobina. Una vez penetra el organismo, el monóxido de carbono se une a las enzimas del grupo Hem de la hemoglobina, desplazando al oxígeno de la misma. De esta manera se forma en la sangre un complejo que se denomina carboxihemoglobina, que dificulta el transporte de oxígeno a las células y tejidos, lo que va a producir una hipoxia celular generalizada (Téllez, 2006).

La molécula de hemoglobina dispone de cuatro sitios de unión con el oxígeno, cuando uno de estos sitios es ocupado por el monóxido de carbono, la hemoglobina se altera de tal forma que impide que los otros sitios se unan al oxígeno, produciendo así una desviación de la curva de disociación oxígeno-hemoglobina hacia la izquierda. Esta alteración empeora la hipoxia celular producida por la formación de carboxihemoglobina. Los síntomas y signos iniciales de la intoxicación aguda se presentan muy rápidamente y se han relacionado con niveles de carboxihemoglobina en sangre superiores a 10% (Téllez, 2006).

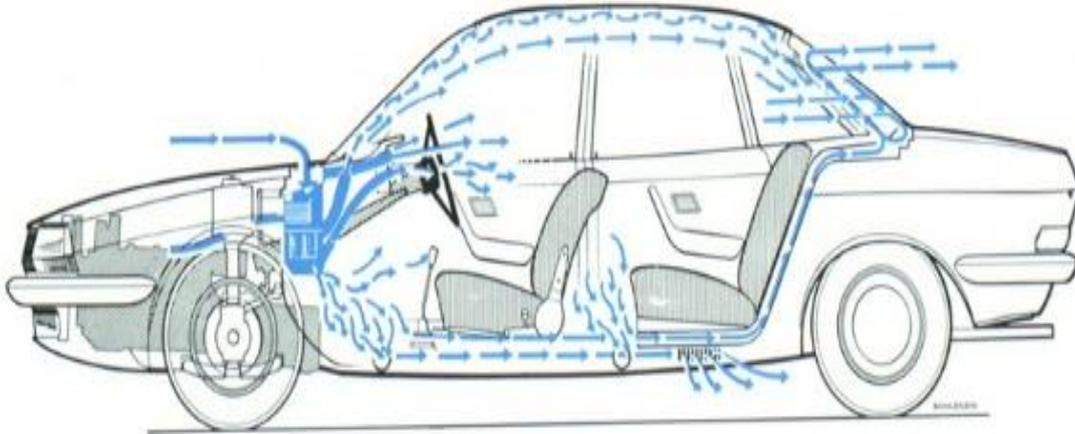
## **2.2 Ventilación**

### ***2.2.1 Entradas de Aire en el Habitáculo de un Automóvil***

Es la cantidad de aire necesaria para que en la cabina de un automóvil exista ventilación, tomando en consideración los parámetros de presión, velocidad y temperatura. Se consideran las siguientes características: las dimensiones de la cabina y el calor que se disipa o carga térmica (Villagómez, 2019).

## Figura 1

### *Caudal de Aire en la Cabina*



**Fuente:** (Villagómez, 2019)

Se puede decir que, si existe renovación de aire cada 8 horas, se garantiza que se elimina la contaminación de la cabina y que estos no afecten a las personas (Villagómez, 2019).

### **2.2.2 Ventilación del Habitáculo**

La ventilación en el habitáculo de un automóvil o en cabinas cerradas se consigue efectuar de la forma:

- Ventilación Natural. – Se la obtiene naturalmente, es decir se emplea la velocidad del viento y la diferencia de temperaturas para que el aire se encuentre en movimiento continuo (Villagómez, 2019).
- Ventilación Forzada. – Es redireccionamiento de aire hacia un habitáculo, generando una corriente de aire y en el caso de un automóvil el caudal que existe con el movimiento se ingresa a la cabina (Villagómez, 2019).
- Ventilación con Escobillas. – Se trata de un equipo que imprime el movimiento de aire mediante una abertura de aspiración y otra de impulsión. Los ventiladores con escobillas se clasifican según su forma de trabajo: axiales o helicoidales y radiales o centrífugos (Villagómez, 2019).

### **2.2.3 Efectos de la Ventilación**

El aire que ingresa a la cabina vehicular se renueva continuamente para mantener un ambiente para el ocupante agradable y con confort térmico, las diferentes entradas y salidas favorecen a la recirculación de aire para propia de la velocidad del vehículo de manera forzada o por la acción de un sistema de aire acondicionado (Villagómez, 2019).

La ventilación libre permite el paso libre de aire por conductos que pueden ser: ventanillas, techos corredizos o sistemas de ventilación regulables cuando el vehículo se encuentra en movimiento (Villagómez, 2019).

La ventilación controlada este sistema incorpora un ventilador eléctrico que permite introducir aire al vehículo, en este caso denominado sistema de aire acondicionado (Villagómez, 2019).

## **2.3 Sistema de Escape**

### **2.3.1 Función del Sistema de Escape**

El sistema de escape de gases quemados en un motor de combustión interna tiene la misión de canalizar la salida de los gases producidos en la combustión, desde la culata hacia el exterior del vehículo, otra función muy importante es la de reducir el ruido producido por los gases de escape debido a las ondas de presión que se generan en el flujo de gases (Muñoz, 2012).

### **2.3.2 Componentes del Sistema de Escape**

Estos vehículos actualmente vienen equipados con un sistema de escape que ayuda a disminuir los gases contaminantes para el medio ambiente y que ayuda al mejor rendimiento del motor los cuales están conformados por:

- Termo protector
- Colector de escape
- Sensor de oxígeno delantero

- Silenciador delantero
- Convertidor catalítico
- Silenciador central
- Silenciador principal
- Gancho de goma

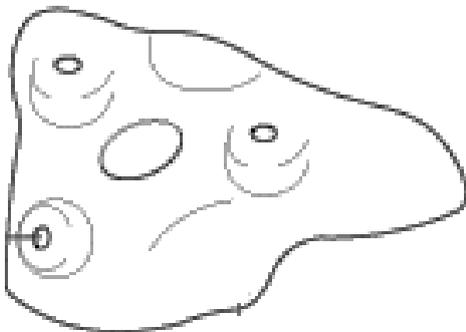
### 2.3.3 *Termo Protector*

Este componente del sistema de escape cumple la función de aislar el calor que pasa por el colector de escape de los componentes más cercanos para evitar sobrecalentamientos y de conservar una temperatura adecuada en el sistema de escape.

A continuación, en la figura 2 se muestra el termo protector del vehículo patrullero sportage active.

#### **Figura 2**

*Termo Protector.*



Fuente: (Global Services Way, 2022)

### 2.3.4 *Colector de Escape*

El colector de escape está conformado por un grupo de tubos que forman un solo componente que se acoplan a los ductos de escape del motor con la ayuda de una junta o empaque, este colector cumple la función de coleccionar los gases producidos en la combustión para conducirlos hacia los silenciadores y tubo de escape para que estos sean expulsados al exterior sin tanta presión y ruido.

A continuación, en la figura 3 se muestra el colector de escape del vehículo patrullero sportage active.

### **Figura 3**

*Colector de Escape*



Fuente: (Global Services Way, 2022)

#### **2.4 Sensor de Oxígeno Delantero**

El sensor de oxígeno en el sistema de escape está ubicado en el colector de escape el cual cumple la función de detectar partículas de oxígeno en el escape para así enviar información a la computadora y realizar una mezcla de gasolina correcta para reducir los gases contaminantes y mejorar el rendimiento del motor.

Los sensores de oxígeno reducen la contaminación en el medio ambiente y regulan la cantidad de combustible que consume el vehículo, hoy en día son muy utilizados en vehículos a gasolina y diésel

A continuación, en la figura 4 se muestra el sensor de oxígeno del vehículo patrullero Kia Sportage Active.

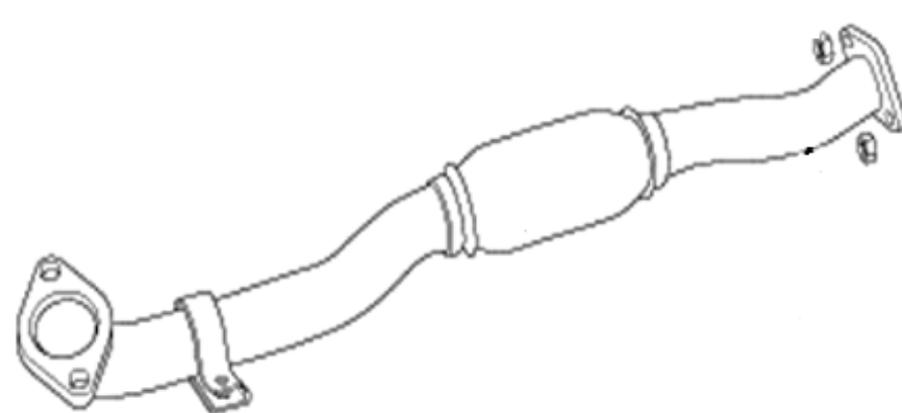
**Figura 4***Sensor de Oxigeno*

Fuente: (Global Services Way, 2022)

**2.4.1 Silenciadores**

Los silenciadores son los componentes que reciben los gases producidos en la combustión que pasan por el colector de escape, su función es disminuir el ruido y las vibraciones producidas en la combustión sin interponerse en la potencia y rendimiento del motor.

A continuación, en la figura 5 se muestra el silenciador del vehículo patrullero Kia Sportage Active,

**Figura 5***Silenciador*

Fuente: (Global Services Way, 2022)

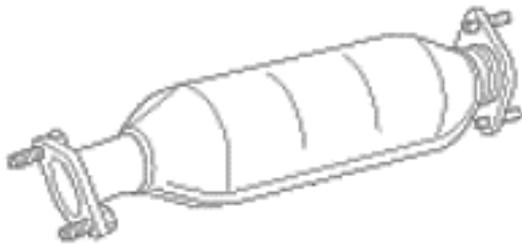
### 2.4.2 *Convertidor Catalítico*

El convertidor catalítico tiene como misión controlar y disminuir los gases nocivos que se producen en la combustión en gases no letales para el medio ambiente, se puede decir que convierte gases como el monóxido de carbono en gases menos tóxicos como el dióxido de carbono el cual es menos dañino para el medio ambiente.

A continuación, en la figura 6 se muestra el convertidor catalítico del vehículo patrullero Kia Sportage Active.

#### **Figura 6**

##### *Convertidor Catalítico*



Fuente: (Global Services Way, 2022)

Los convertidores catalíticos pueden ser de tres tipos:

- Oxidante de una sola vía
- De dos vías (reductor, de doble cuerpo)
- De tres vías (TWC)

### 2.5 **Emisiones de Monóxido de Carbono en los Vehículos**

La concesionaria privada SGS que asume el control y matriculación vehicular hará la revisión basada en las normas de calidad INEN (2202, 2203, 2204 y 2205) y directrices estipuladas en ordenanzas municipales (Telegrafo, El Control de Emision de Gases en los Vehiculo, 2014).

La 2204 estipula los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (automotores) de gasolina (Telegrafo, El Control de Emision de

Gases en los Vehículo, 2014).

Esta norma establece un máximo de 6,5% de CO y un mínimo de 1% de CO en el humo que emana de los tubos de escape que circulan a menos de 1.500 msnm.

Solo los vehículos que datan de 1989 o antes pueden emitir hasta 6,5% de CO; aquellos fabricados entre 1989 y 1999, un máximo de 3,5%; y los modelos del año 2000 en adelante, 1%, en los vehículos livianos tienen permitidos hasta 2,1 g/km de CO, los medianos, hasta 6,2 de CO y los pesados no pueden exceder 37,1 g/km de CO (Telegrafo, El Control de Emision de Gases en los Vehículo, 2014).

## Capítulo III

### Metodología de Estudio de la Presencia de CO en el Habitáculo

La investigación presentada es el proyecto en los siguientes métodos de investigación.

El método de campo en el cual se adjuntará toda la información que se recopiló de fuentes directas con los vehículos patrulleros Kia Sportage Active en los cuales se realizaron los análisis de gases de monóxido de carbono.

El método empírico el cual está fundamentado en los diferentes análisis realizados en las distintas condiciones de trabajo que se presentan, considerando que pueden existir variables que puedan aumentar o disminuir en los resultados obtenidos en el estudio que se realizó en el vehículo patrullero Kia Sportage Active.

#### 3.1 Equipo Detector de Monóxido de Carbono

Para realizar este estudio se utilizara un detector de gases de monóxido de carbono de la marca Klein Tools modelo ET110 ya que brinda una mayor exactitud en la lectura de las partículas de monóxido de carbono y una mayor facilidad de uso del equipo, es por esto que la marca Kia utiliza en sus talleres autorizados este equipo para realizar los análisis en los vehículos patrulleros Kia Sportage Active y brindar un servicio de calidad y seguridad a la flota de vehículos patrulleros Kia Sportage Active de la Policía Nacional.

##### 3.1.1 Medidor de Monóxido de Carbono ET110

El equipo que se utilizó para obtener los resultados de los gases de monóxido de carbono que están presentes en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active, ya que detectara a cierto tiempo cuantas partículas por millón se encuentran en el habitáculo.

Una de las ventajas de utilizar este equipo es que a mayor concentración de monóxido de carbono se escuchará una alarma más repetitiva y se podrá ver en la pantalla el porcentaje de contaminación que se detecta en el momento.

### 3.1.2 *Especificaciones del Detector de Monóxido de Carbono*

El detector de monóxido de carbono Klein Tools ET110 es un multímetro fácil de utilizar que detecta y mide niveles de concentración de monóxido de carbono (ppm) y temperatura (Fahrenheit/Celsius), lo que lo convierte en la opción ideal para los profesionales de HVAC (heating, ventilating and air conditioned) (calefacción, ventilación y aire acondicionado). Cuenta con pantalla LCD retroiluminada, luz indicadora de advertencia, alarmas audibles y visuales y botones con varias funciones. Incluye una bolsa de transporte y 4 baterías AAA (Tools, 2015).

### 3.1.3 *Características Generales del Equipo Klein Tools ET110*

A continuación, en la tabla 1 se detallarán las características principales del equipo Klein Tools ET110 detector de monóxido de carbono.

**Tabla 1**

*Características del Equipo Detector Klein Tools ET110*

<b>Características</b>	<b>Detalles</b>
Tipo	Multímetro de monóxido de carbono
Aplicación	Detector de monóxido de carbono
Baterías	4 AAA
Pantalla	LCD
Longitud Total	7,75'' (19.7 cm)
Altura Total	1,45'' (3,7 cm)
Anchura Total	2,16'' (5,5 cm)
Peso	5,10 oz (144,2 g)

Fuente: (Tools, 2015)

### 3.1.4 *Características de Equipo Detector de Monóxido de Carbono*

A continuación, se detalla las características del equipo que se va a utilizar para realizar

las pruebas de detección de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Sportage active.

El equipo Klein Tools como se muestra en la figura 7 es el utilizado para realizar este estudio de detección de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Sportage active.

### Figura7

*Detector de Monóxido de Carbono y sus Características*



Fuente: (Tools, 2015)

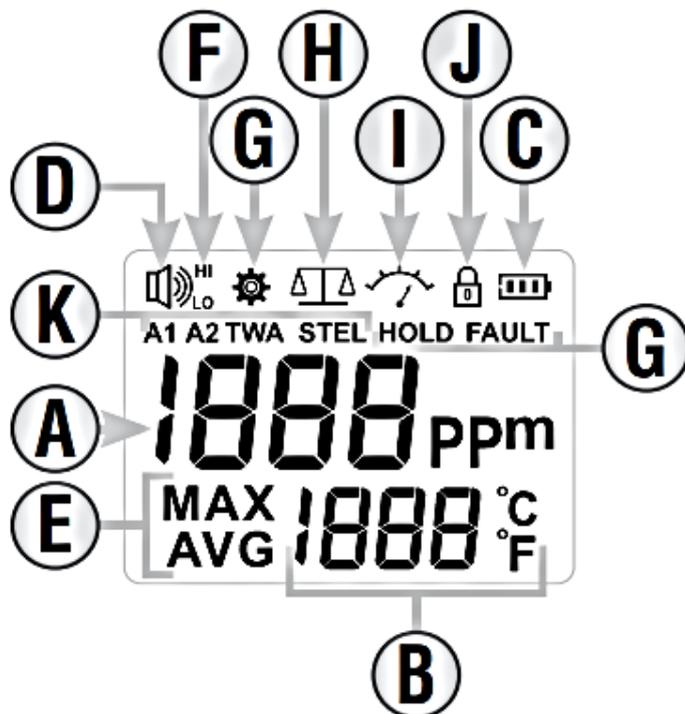
1. Sensor Electroquímico
2. Pantalla LCD Retroiluminada
3. Botón de Encendido

4. Luz Indicadora de Advertencia
5. Botón TEMP (temperatura)
6. Botón de Retroiluminación
7. Botón MAX/AVG (Máximo/Promedio)
8. Botón de Silenciamiento
9. Botón HOLD (Retener)
10. Botón SET (Configuración)
11. Tornillo de la Tapa del Compartimiento de Baterías
12. Tapa de Compartimiento de Baterías

En la figura 8 se detalla las especificaciones de los iconos que tiene el equipo Klein Tools ET110 detector de monóxido de carbono los cuales aparecerán dependiendo el uso y las condiciones que se presentan.

### Figura8

#### *Detalles de Pantalla*



Fuente: (Tools, 2015)

- A. Medición de CO (ppm)
- B. Medición de temperatura (°F/°C)
- C. Indicador de carga de baterías
- D. Icono de alarma audible
- E. Iconos MAX/AVG (Máximo/Promedio)
- F. Iconos de alarma HI/LO (Alta/Baja)
- G. Icono del temporizador de apagado
- H. Icono de configuración en cero
- I. Icono de calibración
- J. Icono de bloqueo del dispositivo
- K. Iconos de advertencia: A1/A2/TWA/STEL(A1/A2/Tiempo promedio ponderado/Limite de exposición a corto plazo)
- L. Icono HOLD/FAULT (Retener/Falla)

### ***3.1.5 Descripción de Funcionamiento del equipo ET110***

A continuación, se detalla el funcionamiento de cada botón del equipo Klein Tools ET110.

- Encendido: Mantenga presionado el botón de encendido para encender y apagar el medidor, durante el procedimiento de configuración, presionar brevemente este botón permite salir de la pantalla en curso, el medidor se apagará de forma automática después de 20 minutos de inactividad (Tools, 2015).
- Temperatura: presione el botón TEMP (temperatura) para ingresar al modo de medición de temperatura, de forma predeterminada, las mediciones se visualizarán en grados Celsius, vuelva a presionar el botón TEMP (temperatura) para cambiar la escala a grados Fahrenheit, en el modo de configuración, el botón TEMP (temperatura) se utiliza para aumentar los valores de los parámetros (Tools, 2015).

- **Retroalimentación:** Al encender el dispositivo, la retroiluminación esta desactivada de forma predeterminada, presione el botón de retroiluminación para encender o apagar la retroiluminación. La retroiluminación permanece encendida hasta apagarla o apagar el medidor, en el modo de configuración, el botón de retroiluminación se utiliza para disminuir los valores de los parámetros (Tools, 2015).
- **MAX/AVG:** Al presionar el botón de MAX/AVG (Máximo/ Promedio), se visualizarán las mediciones de los valores de concentración máxima registrados desde el encendido, si se vuelve a presionar el botón, se muestra el valor promedio, si el botón se mantiene presionado, se borran todos los datos (Tools, 2015).
- **Silenciamiento:** Si se presiona brevemente el botón de silenciamiento, la alarma activa deja de sonar durante 3 minutos. Si el botón se mantiene presionado, la alarma se reinicia (Tools, 2015).
- **Hold:** Presione el botón HOLD (Retener) para retener la medición en curso en la pantalla, presione nuevamente para volver al modo de medición activo (Tools, 2015).
- **Set:** Presione el botón SET (Configuración) para ingresar al modo de auto prueba del sensor, para realizar la calibración, presione brevemente para seleccionar los parámetros, y mantenga presionado para guardar los valores de los parámetros en curso (Tools, 2015).
- **Luz Indicadora de Advertencia:** La luz indicadora de advertencia no es un botón, parpadea en color verde cuando las condiciones son seguras, y en color rojo acompañada de una alarma audible cuando se alcanza el valor de la alarma (Tools, 2015).

A continuación, en la tabla 2 se puede mostrar los rangos permitidos de monóxido de carbono aceptables según las diferentes normas descritas a continuación.

**Tabla 2***Valores de Concentración de Monóxido de Carbono*

<b>PPM</b>	<b>Explicación</b>
0-1	Valores de base normales
9	Valores estipulados por la EPA/ASHRAE para zonas habitables
35	Límite de exposición máximo de 8 horas según la OSHA/NIOSH
125	Límite máximo de exposición segunda ACGIH
200	Límite superior de exposición según la OSHA/NIOSH: dolor de cabeza leve, fatiga, náuseas y mareos dentro de las 2-3 horas
1500	Peligro inmediato para la vida o la salud (IDHL) según la OSHA

---

Fuente: (Tools, 2015)

**3.1.6 Pruebas de Medición de Monóxido de Carbono**

A continuación, se va a detallar paso a paso los procesos que se utilizó para realizar el estudio de detección de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Sportage active.

1. Mantenga presionado el botón de encendido para encender el medidor, el icono de configuración en cero empezara a parpadear, este es el momento cuando se configura el punto cero, por lo tanto, procure encender el medidor de un área que no contenga monóxido de carbono.
2. Después de encender el medidor, presione el botón SET (configuración) para realizar una auto prueba de diagnóstico de 3 minutos, se sugiere llevar a cabo este procedimiento una vez cada 24 horas de uso.
3. Ubique el medidor en el área que desea medir, el tiempo de respuesta para alcanzar el T90 (90% de la medición) es de 1 minuto.

4. Cuando se detecten valores de concentración de CO superiores al límite de alarma bajo A1 de 35 ppm (TWA), el zumbador comenzará a sonar, la luz empezará a parpadear a una frecuencia de 1 Hz y el icono de alarma LO (Baja) se visualizará en la pantalla.
5. Cuando se detecten valores de concentración superiores al límite de alarma alto A2 de 200 ppm, el zumbador comenzará a sonar, la luz empezará a parpadear a una frecuencia de 2 Hz y el icono de alarma HI (Alta) se visualizará en la pantalla.
6. El icono STEL (Limite de exposición a corto plazo) se visualizará cuando se detecte un promedio de 200 ppm de exposición durante 15 minutos.

### ***3.1.7 Pruebas Realizadas en el Vehículo***

En las figuras 9 y 10 se muestra el proceso de medición con el detector de monóxido de carbono (CO) y unos de los vehículos de estudio.

#### **Figura 9**

##### *Pruebas a Vehículo Patrullero*



**Figura 10***Análisis de Gases de Monóxido de Carbono en el Habitáculo*

El proceso de las pruebas se muestra en las figuras 9 y 10 y se detalla a continuación.

- Calibración del equipo detector de monóxido de carbono. La información técnica que provee el fabricante permite hacer la calibración correcta del equipo detector de monóxido de carbono para obtener un análisis correcto de las partículas por millón que existen en el habitáculo de vehículo patrullero.
- Vehículo de prueba. Se realizó diferentes pruebas en diferentes vehículos que consistían en las mañanas (en frío), al medio día luego de a ver terminado el primer turno de patrullaje, y la última al terminar la tarde (caliente), donde el vehículo ha pasado rodando todo el día.
- Uso del detector de monóxido de carbono. Se procedió a encender uno de los vehículos, cerrar todas las ventanas y puertas, luego se procedió a realizar las

pruebas con el equipo detector de monóxido de carbono por un tiempo de 5 minutos en cada vehículo y en las diferentes condiciones de trabajo del vehículo patrullero.

- Comparar los resultados. Para constatar que existen variaciones en las diferentes pruebas realizadas

**Figura 11**

*Proceso de Pruebas*



## Capítulo IV

### Análisis Comparativo de las Pruebas de Monóxido de Carbono

En este capítulo se analizarán los resultados de las pruebas realizadas con el equipo detector de monóxido de carbono y demás parámetros obtenidos con el equipo empleado para compararlos entre sí y determinar si existe alguna diferencia en los resultados obtenidos en las diferentes condiciones de trabajo.

#### 4.1 Comparación de Pruebas con el Vehículo Patrullero en Frio

En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos con el equipo detector de monóxido de carbono en los diferentes vehículos patrulleros utilizados en condiciones de trabajo en frio lo que quiere decir es que aún no han empezado a patrullar las calle de la ciudad de Guayaquil y está en reposo es cuando se realizó las pruebas para conocer si existen problemas en frio con el ingreso de gases de CO al habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active y se obtuvo los siguientes resultados.

#### Figura 12

*Resultados de los Vehículos en Condiciones de Trabajo en Frio*



Vehículo 1/Prueba 1



Vehículo 2/Prueba 1



Vehículo 3/Prueba 1



Vehículo 1/Prueba 2



Vehículo 2/Prueba 2



Vehículo 3/Prueba 2



Vehículo 1/Prueba 3



Vehículo 2/Prueba 3



Vehículo 3/Prueba 3

Las pruebas realizadas al vehículo 1 en relación con el vehículo 2 y el vehículo 3 no se encuentra diferencia en las pruebas realizadas con el equipo detector de monóxido de carbono que detecta las partículas por millón en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active en condiciones de trabajo en frío ya que estas pruebas fueron realizadas a tempranas horas de la mañana con el vehículo encendido y con el aire acondicionado apagado en la figura 12 se puede ver que las partículas por millón de monóxido de carbono están dentro del rango permitido (0 -1), valores de base normales, lo que significa que están en un ambiente descontaminado sin peligro de intoxicarse por la inhalación de monóxido de carbono.

En la tabla 3 se muestra los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el equipo

detector de monóxido de carbono donde se verá si están dentro de los parámetros correctos.

**Tabla 3**

*Resultados con el Vehículo en Frio*

Vehículo	Número de Pruebas	Resultado	
		Promedio PPM (CO)	Rango Permitido
1	3	0	0-1
2	3	0	0-1
3	3	0	0-1

#### 4.2 Comparación de Pruebas con el Vehículo en Funcionamiento

A continuación, en la figura 13 se muestran los resultados obtenidos con el equipo detector de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage active en condiciones de funcionamiento activo.

**Figura 13**

*Resultados Obtenidos en Vehículo en Condiciones de Funcionamiento*



Vehículo 1/Prueba 4



Vehículo 2/Prueba 4



Vehículo 3/Prueba 4



Vehículo 1/Prueba 5



Vehículo 2/Prueba 5



Vehículo 3/Prueba 5



Vehículo 1/Prueba 6



Vehículo 2/Prueba 6



Vehículo 3/Prueba 6

Las pruebas realizadas al vehículo 1 en relación con el vehículo 2 y el vehículo 3 en condiciones de trabajo de funcionamiento no se encuentra diferencia en las pruebas realizadas con el equipo detector de monóxido de carbono ya que están dentro de los parámetros permitidos, ya que las pruebas fueron realizadas al medio día cuando el vehículo estuvo trabajando toda la mañana brindando seguridad a la ciudad de Guayaquil, se realizó las pruebas con el vehículo caliente en ralentí y con el vehículo totalmente cerrado para evitar resultados

alterados y poder lograr una obtener los resultados reales con la ayuda del equipo detector de monóxido de carbono.

Se logró verificar que en los datos obtenidos no existe mucha diferencia con los que se realizó a tempranas horas de la mañana con los vehículos en frío, lo que quiere decir es que no importa las condiciones de trabajo en la que estén, esto no influye en el ingreso de monóxido de carbono al habitáculo del vehículo patrullero Kia Sportage Active.

A continuación, en la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el equipo detector de monóxido de carbono en condiciones de funcionamiento.

**Tabla 4**

*Resultados Obtenido con el Vehículo en Funcionamiento*

Vehículo	Número de Pruebas	Resultado	
		Promedio PPM (CO)	Rango Permitido
1	3	0	0-1
2	3	0	0-1
3	3	0	0-1

### 4.3 Comparación de Pruebas con el Vehículo Caliente

A continuación, en la figura 14 se muestran los resultados obtenidos con el equipo detector de monóxido de carbono en el habitáculo del vehículo patrullero Sportage active en condiciones posterior al funcionamiento lo que quiere decir que el vehículo está caliente y ha alcanzado una alta temperatura y ha estado con el sistema de aire acondicionado encendido, también podemos darnos cuenta que la temperatura ambiente es diferente a las demás ya que las pruebas realizada fueron a diferentes horas del día lo que varía en la temperatura.

**Figura 14**

*Resultado en Vehículos en Condiciones Post Funcionamiento*



Vehículo 1/Prueba 7



Vehículo 2/ Prueba7



Vehículo 3/Prueba 7



Vehículo 1/prueba 8



Vehículo 2/Prueba 8



Vehículo 3/Prueba 8



Vehículo 1/Prueba 9



Vehículo 2/Prueba 9



Vehículo 3/Prueba 9

Las pruebas realizadas al vehículo 1 en relación con el vehículo 2 y el vehículo 3 en condiciones de trabajo en caliente, ya que fueron realizadas al caer la noche luego de que los vehículos estuvieran trabajando, patrullando las calles de la ciudad de Guayaquil, no se encuentran diferencia en las distintas pruebas realizadas a los vehículos con el equipo detector de monóxido de carbono ya que, según los resultados, todos están dentro de los parámetros permitidos.

Se pudo comprobar según los análisis obtenidos en las diferentes pruebas realizadas que no importa las condiciones de trabajo el vehículo patrullero Kia Sportage Active no es un vehículo que tiene problemas de ingreso de monóxido de carbono al habitáculo del vehículo, sino más bien según los análisis realizados los accidentes que tuvieron los agentes de la Policía Nacional se debe a la intoxicación de los gases que ellos mismos exhalan los cuales estuvieron respirando por horas, lo cual fue motivo para que sucedan estas intoxicaciones.

A continuación, en la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el equipo detector de monóxido de carbono en condiciones de funcionamiento en caliente.

**Tabla 5**

*Resultados Obtenidos en Vehículos en Caliente*

<b>Vehículo</b>	<b>Número de Pruebas</b>	<b>Resultado Promedio PPM (CO)</b>	<b>Rango Permitido</b>
1	3	0	0-1
2	3	0	0-1
3	3	0	0-1

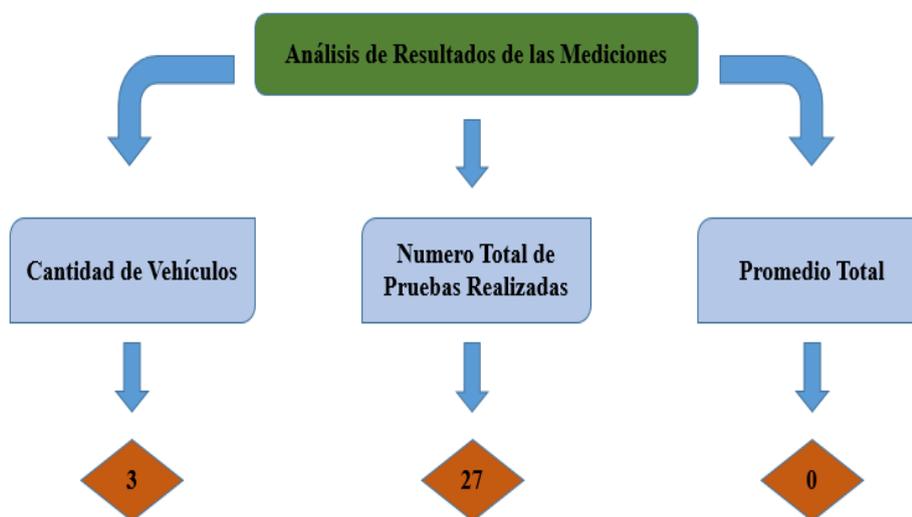
Según los análisis realizados en las diferentes mediciones se ve los resultados de todas las pruebas realizadas por lo cual se tiene que el promedio total de las partículas por millón de monóxido de carbono medidas en todos los vehículos tiene un promedio de cero, lo cual implica

que no se tiene fuga de monóxido de carbono dentro del habitáculo de los vehículos tomados de muestra.

A continuación, en la figura 15 se muestran los datos que se necesitó para realizar todos los estudios con el medidor de monóxido de carbono en los vehículos patrulleros Kia Sportage Active.

**Figura 15**

*Análisis de Resultados de las Mediciones*



## Conclusiones

Según los estudios realizados unas de las mayores causas por las cuales hubo pérdidas humanas e intoxicaciones graves por parte del personal de la policía nacional, es que utilizan los vehículos patrulleros Kia Sportage Active para descansar y dormir en el interior del habitáculo del vehículo, cerrado en su totalidad y en ciertas ocasiones con el aire acondicionado encendido lo cual es perjudicial y muy riesgoso para la salud ya que al estar encerrado en el interior del vehículo por tiempo prolongados exhalando monóxido de carbono es peligroso ya que en un rango de 9 a 35 PPM de CO puede causar la muerte o graves lesiones en el lapso de 8 horas o causando mareos, vómitos y pérdidas del conocimiento por inhalar CO.

Con el equipo detector de monóxido de carbono se analizó los resultados de las diferentes pruebas realizadas en los vehículos patrulleros Sportage Active, de esta forma se logra realizar una recopilación de datos y rangos con el fin de conocer cuáles son los parámetros normales para estar libre de intoxicación de monóxido de carbono.

Los vehículos patrulleros Sportage Active no presentaron inconvenientes en el ingreso de monóxido de carbono al habitáculo del vehículo, ya que cuentan con un sistema de escape óptimo y con el mantenimiento necesario para evitar daños e intoxicaciones de gases generados en la combustión, esto permite brindar seguridad a los conductores y pasajeros que operan en estos vehículos.

El sistema de escape de los vehículos estudiados se compone de varios elementos los cuales cada uno cumplen una importante función la cual es evacuar los gases generados en la combustión, a los cuales se les debe realizar el mantenimiento correspondiente cada 80.000 kilómetros para que el sistema de escape y el vehículo tengan un óptimo desempeño, ya que según el análisis realizado el termo protector es el componente que más desgaste sufre ya que soporta las vibraciones y las altas temperaturas producidas en el motor, el catalizador ya que

con un mal mantenimiento estos pueden sufrir averías como por ejemplo no cambiar de bujías, una mezcla de admisión mal regulada y un mal combustible y el silenciador posterior son los elementos que más desgaste reciben y es aconsejable llevarles un correcto mantenimiento para que no tengan problemas los demás componentes del sistema de escape.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar los mantenimientos del vehículo y del sistema de escape como recomienda la marca para evitar contratiempos y daños mayores a futuro, debido al alto trabajo de estos vehículos hacen que sus componentes en general tengan un mayor desgaste y cumplan su ciclo de vida útil más rápido de los normal por lo cual es necesario llevar un correcto mantenimiento a estos vehículos.

Es fundamental recalcar que en el caso de reemplazar algún componente del sistema de escape se recomienda cambiar por repuestos originales para evitar inconvenientes y deterioro más prematuro del componente cambiado.

Es importante capacitar al personal que usa estos vehículos que no utilicen estos vehículos para descansar o dormir dentro de ellos y peor con los vidrios alzados y el vehículo cerrado en su totalidad ya que no hay intercambio de oxígeno con el exterior y esto hace que se concentre el monóxido de carbono y cause daños a la salud.

## Bibliografía

- Chávez, B. (2020). *Propuesta de Plan de Mejora para la empresa ESCAR Sistema de Escape*.
- Chávez, V. (2016). *Determinación de la concentración de monóxido de carbono emitido por los vehículos*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Comercio, E. (18 de Septiembre de 2021). *Dos policías hallados inconscientes en un patrullero; uno murió y otro está grave*, pág. 1.
- Comercio, E. (15 de enero de 2019). *Dos policías aparecen muertos en un patrullero en el norte de Quito*, pág. 1.
- Fernando, M. J., Izquierdo, I., Gorky, M. G., Campaña, R., Andrés, C., Rivera, R., Saul, E., & Orbe, V. (2017). *Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor Otto con el uso de gasolina y un combustible a base de 95% de gasolina y 5% de etanol*. *INNOVA Research Journal*, ISSN-e 2477-9024, Vol. 2, No. 12, 2017, Págs. 11-18,2(12),11–18.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6236356&info=resumen&idioma=ENG>
- Global Services Way. (2022). *Kia Hotline*. Quito: Kia .
- Gobierno, M. d. (2021). *Una inversión de 196 millones en la adquisición de 4157 patrulleros para reforzar la seguridad ciudadana*. Ministerio de gobierno.
- Gómez, J. (2003). *Tóxicos detectados en muertes relacionadas con fuegos e intoxicaciones por monóxido de carbono*. *Revista de Toxicología*, 6.
- Gómez, R. C. (2017). *Concentraciones de monóxido de carbono y su incidencia en la salud del personal que labora en el parqueadero del edificio principal del GAD Municipal de Ambato*. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Dirección de Posgrado. Maestría

en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental.

Jaedeok Ko, K. T. (2021). *Transient analysis of an electric vehicle air-aconditioning system using CO2 for start-up and cabin pull-down operations*. *Applied Thermal Engineering*, 190, 116825.

Julio Cesar Leguisamo Milla, S. F. (2018). *Estudio de Emisiones Contaminantes Producidas Por Un Motor MEP Con Transmision Automatica Y Transmision Manual*. *Innova Research Journal*, 3(4), 120-128.

Ko, J., Thu, K., & Miyazaki, T. (2021). *Transient analysis of an electric vehicle air-conditioning system using CO2 for start-up and cabin pull-down operations*. *Applied Thermal Engineering*, 190, 116825.

<https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2021.116825>

Medina, F. (21 de agosto de 2020). *Dos policías de Guayaquil son hallados sin vida dentro de un patrullero*, pág. 1.

Muñoz, L. D. (2012). *Implementación de un sistema de tratamiento de gases de escape mediante inyección de aire en un vehículo a gasolina*. Escuela Politécnica de Chimborazo.

Noroña Merchan, M. V., Puente Moromenacho, E. G., Leguisamo Milla, J. C., & Celi Ortega, S. F. (2018). *Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor MEP con transmisión automática y transmisión manual*. *INNOVA Research Journal*, 3(4), 120-128. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n4.2018.644>

Rodríguez, A. (2006). *Contaminación por Monóxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental*. *Revista de Salud Pública*, 10.

Téllez, J. (2006). *Contaminación por Monóxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental*.

Telegrafo, E. (24 de 06 de 2014). *El Control de Emision de Gases en los Vehiculo*, pág. 1.

Telegrafo, E. (15 de Enero de 2019). *Dos policías son hallados muertos en el interior de un patrullero*, pág. 1.

Tools, K. (2015). *ET110. California* : Klein Tools .

Universo, D. E. (15 de enero de 2019). *Hallan dos policías muertos presuntamente por inhalación de monóxido de carbono en el interior de un patrullero*, pág. 1.

Vásquez Vélez, D. D. (2015). *Análisis del sistema de control de emisiones del Chevrolet Sail 1, 4l 2012* (Tesis de pregrado, Guayaquil/UIDE/2015).

Villagómez, C. (2019). *Sistema de control inteligente para el funcionamiento del sistema de aire acondicionado de un vehículo liviano*. Quito: Universidad Internacional SEK.

