

SISTEMA MÓVIL DE EXTRACCIÓN DE GASES DE ESCAPE EN UN LABORATORIO-TALLER AUTOMOTRIZ**MOBILE EXHAUST GAS EXTRACTION SYSTEM IN A LABORATORY-AUTOMOTIVE WORKSHOP**Fernando Gomez¹, Alex Llerena², Adolfo Peña³^{1,2,3}.Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ciencias Técnicas, Escuela de ingeniería Automotriz
e – mail: ¹magomezbe@uide.edu.ec , ²alllerename@uide.edu.ec ³ajpena@uide.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, IX Edición 2020, No. 8 (10)

Resumen

Un taller automotriz está sometido a elevadas cargas de ambiente contaminante, especialmente los gases contaminantes de monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de carbono (CO₂), compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros gases que se muestran al realizar actividades de mantenimiento y pruebas de funcionamiento en los vehículos y/o bancos didácticos del Área de Mecánica Automotriz, por lo que el uso de un sistema de evacuación de estos desechos es necesario para preservar la salud de las personas que se encuentran dentro de este ambiente laboral, la cual es sujeta a las normativas nacionales e internacionales. En este artículo se analizan varios aspectos para determinar el diseño, los elementos y requerimientos de un sistema de extracción móvil de gases. Al utilizar el extractor de gases de escape se estimó la disminución del porcentaje del contenido de gases contaminantes en el ambiente al interior del taller.

Palabras Clave: Sistema de extracción, Gases contaminantes, Normativas, Talleres automotrices.

Abstract

An auto shop is subjected to high loads of polluting environment, especially polluting gases of carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NOx), carbon dioxide (CO₂), volatile organic compounds (VOC) and other gases shown when carrying out maintenance activities and operational tests on vehicles and / or didactic benches in the Automotive Mechanics Area, so the use of an evacuation system for these wastes is necessary to preserve the health of the people who are inside this work environment, which is subject to national and international regulations. In this article several aspects are analyzed to determine the design, elements and requirements of a mobile gas extraction system. When using the exhaust gas extractor, the percentage decrease in the content of polluting gases in the environment inside the workshop was estimated

Keywords: Extraction system, Pollutant gases, Regulations, Automotive workshops.

1. Introducción

La elaboración y aplicación de un análisis técnico para la implementación de un sistema de extracción de gases, siguiendo un proceso lógico y ordenado que se indaga mediante métodos científicos, ha sido probado por algunas investigaciones similares, que han demostrado su validez y confiabilidad, para poder ser usados como sistemas de extracción de gases [1], [2], [3]. La fundamentación teórica del trabajo se basa en investigación de temas concernientes al sistema, con el apoyo de teorías existentes que sustenten la práctica en el tratamiento de gases contaminantes producidos dentro de las instalaciones, con ello permitir que los lectores de este conozcan sobre conceptos y términos ligados al tema abordado. [4] [5], [6] Esta investigación se efectúa con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la instalación de sistemas de extracción de gases, como dispositivo para tratamiento de gases contaminantes dentro de las instalaciones, ya que se estaría indicando que el uso de estos sistemas mejora el ambiente de trabajo.

1.1. Emisión de gases vehiculares a través del tubo de escape

La mayor parte de los gases contaminantes del automóvil son emitidos a través del tubo de escape. En este sentido, tres son los más destacados. [7],[8],[9]

Óxido de nitrógeno (NO): es una sustancia que es generada cuando el nitrógeno entra en contacto con el oxígeno en condiciones de alta presión y temperatura, proceso este que sucede en el interior del motor. Son responsables de la formación de esmog, un tipo de nube contaminante, y de la lluvia ácida.

Hidrocarburos(HC): Las emisiones de hidrocarburos resultan cuando no se quema completamente el combustible en el motor. Existe una gran variedad de hidrocarburos emitidos a la atmósfera y de ellos los de mayor interés, por sus impactos en la salud y el ambiente, son los compuestos orgánicos volátiles (COV). [10],[11] [12]

Monóxido de carbono (CO): Es un producto de la combustión incompleta y ocurre cuando el carbono en el combustible se oxida sólo parcialmente. [13][14] [15] En la Figura 1 se puede observar el porcentaje de gases emitidos por los escapes de un vehículo de combustión interna tipo Otto [16][17][18]

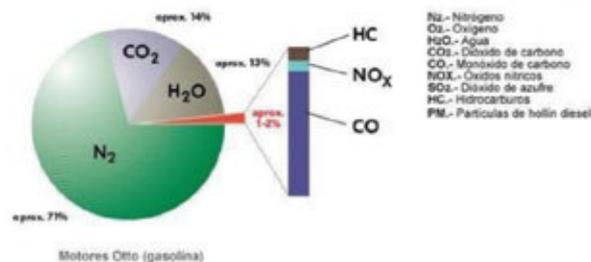


Figura 1. Composición de los gases contaminantes Motores Otto

La carga mundial de morbilidad es evaluada por la OMS con el fin de ofrecer una imagen completa de la situación mundial de la salud utilizando los Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) como una nueva medida de utilidad para cuantificar las pérdidas de vida sana. [20][21][22] Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. [23][24][25] En 2016, el 91% de la población vivía en lugares donde no se respetaban las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire. [26] [27]

1.2. Talleres y laboratorios automotrices

Taller mecánico (Figura 2). Es un establecimiento donde uno o más técnicos especializados (llamados mecánicos) reparan automóviles, motocicletas y otros vehículos.

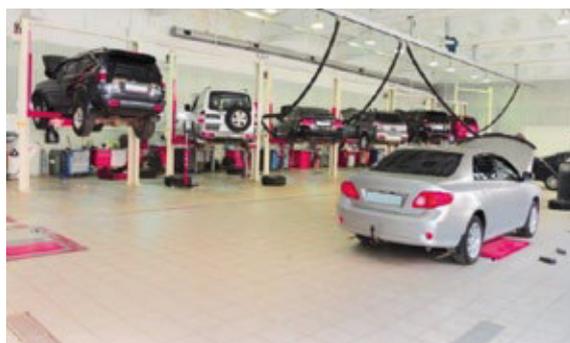


Figura 2. Taller Mecánico [17]

1.3. Normativa de control

La exposición a las emisiones de escape del vehículo puede causar serios problemas de salud a los usuarios del taller. [28]

En un taller automotriz podemos hallar contaminantes ambientales muy perjudiciales como: monóxido de carbono producidos por gases de

motores, que a la exposición de un tiempo prolongado sus efectos son irreversibles. La exposición a gases de escape es muy peligrosa y deben inspeccionarse permanentemente las indicaciones de gestión de seguridad y tomar como referencia lo que manifiestan los expertos sobre el tema: [29][30]

OSHA - La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional ha definido un límite de exposición permitido de una parte de benceno por millón de partes de aire (1 ppm) en el lugar de trabajo durante un día laboral de 8 horas, semana laboral de 40 horas.

La EPA ha clasificado el benceno como un carcinógeno del Grupo A.

NIOSH - El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, establece que no puede haber un nivel seguro de exposición a un carcinógeno; por lo que el "nivel más bajo posible" corresponde al valor límite umbral de NIOSH.

Los CDC - Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades han mencionado que los gases de escape de un vehículo con un incorrecto mantenimiento exponen graves riesgos. El escape de automóviles ventilado en espacios confinados es la fuente más común de monóxido de carbono (CO₂). Por tal motivo es importante proporcionar una correcta ventilación y prevenir la acumulación de monóxido de carbono en espacios confinados (espacios con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que se pueden acumular contaminantes tóxicos).

Normativa de la CEE. El Consejo de la CEE ha adoptado desde 1978 diversas resoluciones y directivas sobre seguridad y salud laboral, al tiempo que ha creado un Comité Consultivo sobre Seguridad, Higiene y Protección de la Salud en el Trabajo.

Con fecha 16-12-1988 se publicó una modificación (88/642/CEE) en la que se incluían definiciones de conceptos y procedimientos y con fecha 12-6-1989 una nueva directiva relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE) que detalla de una manera más concreta las obligaciones de empresarios y trabajadores en este sentido y que actúa de directiva marco.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) ha establecido una norma federal para la calidad de aire ambiental (al aire libre) con respecto al CO de 9 ppm para una

exposición de 8 horas y de 25 ppm para una exposición a corto plazo (1 hora).

En la Figura 3 se puede observar las concentraciones de CO calculadas que produce un motor de gasolina de 4 ciclos y 5 caballos de fuerza en un salón de 283 metros cúbicos (10.000 pies cúbicos) con varios cambios de aire por hora.

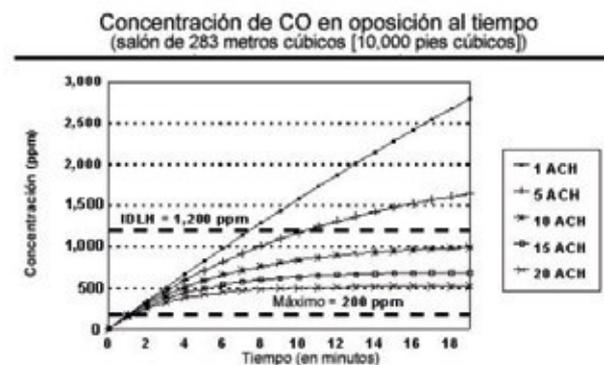


Figura 3. CO que produce un motor de gasolina [26][27]

Las actividades que se desarrollan en un taller mecánico ocasionan sobre todo consumo de recursos, tanto de agua, energía, combustibles, también generan contaminación de aguas por medio de vertidos de aceites, aguas petroleadas, etc.; y de la atmósfera con la emisión de gases y también generan residuos.

1.4. Sistemas móviles de Extracción de Gases

La calidad del aire en el entorno de trabajo dentro de los talleres es la principal prioridad a la hora de fabricar productos que permitan a los operadores trabajar en espacios limpios que protejan su salud. La innovación de los productos de extracción permite un mayor rendimiento en el trabajo y una optimización de los tiempos, aumentando la productividad del taller.

Estos sistemas permiten la evacuación de los gases de escape de la zona de trabajo, sin necesidad de disponer de una instalación permanente. Denominados también aspiradores móviles para la evacuación de los gases de escape (Figura 4).

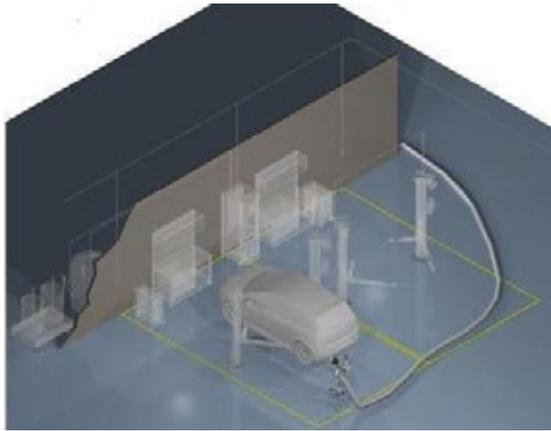


Figura 4. Sistemas móviles para la extracción de gases de escape

Hay varias versiones en el mercado y varían según su diseño y su costo, por ejemplo, existe una gama que se compone de 4 versiones, cada una correspondiente a específicas características de aspiración:

- Una versión para turismos.
- Una para furgonetas (V).
- Una versión para camiones (T).
- Una versión para motos (M).

Cada modelo de este tipo de extractor de gases móvil debe ser completado con un tubo de expulsión de 10 m para lograr un correcto funcionamiento.

2. Materiales y Métodos

2.1. Cálculo del caudal de gases de escape

Un factor de mucha importancia en este tipo de cálculos es la determinación del tamaño correcto de la cantidad de gases de escape para el motor. Cada extractor está diseñado para un flujo de gases. La adaptación de cualquier dispositivo debería considerar el flujo producido por el motor y la capacidad del extractor.

El fabricante del motor normalmente avisa o tiene la información técnica sobre el flujo CFM (en inglés Cubic Feet per Minute) de aire que consume ese motor.

Cuando no se dispone del flujo exacto, se puede utilizar la regla general de potencia (HP) x 2.5. Esto nos da un valor de flujo aproximado.

Si queremos calcular el CFM (Pies Cúbicos por Minuto) específico para un motor a 4 tiempos podemos multiplicar las pulgadas cúbicas de cilindrada por las

máximas revoluciones (a las cuales se obtiene el par motor y potencia máximos), dividir esto por 3456, y multiplicarlo por la eficiencia volumétrica del motor.

La eficiencia volumétrica es un factor determinado por algunas condiciones y/o especificaciones del motor, como: la eficiencia del turbo, los sistemas electrónicos de inyección y variación de aperturas de válvulas.

Un motor a gasolina normalmente tiene una eficiencia volumétrica de 0.70 a 0.80, pero buenos controles electrónicos pueden subir ese valor a más de 2.0.

Un motor a diésel (2 tiempos o 4 tiempos) posee una eficiencia volumétrica de 0.90.

Un Turbo aumenta la eficiencia volumétrica a 1.50 a 3.00. Se recomienda usar un valor de 3.00 cuando no conocemos el valor.

Para simplificar los cálculos, se puede usar directamente un calculador desarrollado por Widman International SRL

Ejemplo de aplicación para estimar el flujo de gases de un vehículo Mazda 3 de 1600cm³:

- Seleccionar la medida que quiere usar: Centímetros Cúbicos (ejemplo: 1400)
- Digitar la máxima velocidad (RPM) que quiere usar el cálculo (ejemplo: 6000, que corresponden el número de revoluciones por minuto a la que este tipo de motor proporciona la máxima potencia, que se va a probar el motor durante su funcionamiento en el caso de pruebas en el Dinamómetro)
- Seleccionar el tipo de motor entre las cuatro opciones, o seleccionar "Digitar un valor específico" y anotar el valor conocido (ejemplo: 0.8). Cuando selecciona un tipo de motor, los valores máximos serán usados.
- Obtenemos la respuesta en CFM y litros por minuto (Figura 5).

Para esto se consideran las características de los gases de escape:

- Temperatura salida: 900/950°C.
- Presión de salida: 2 bares.
- Caudal volumétrico (depende de los cm³. y las rpm, en nuestro caso de prueba, un 1600 cm³ a

6.000 rpm)

Caudal másico (depende de la densidad)

| Cálculo del Flujo de Aire para el Motor de Combustión Interna | | | |
|--|---|-------|-----|
| Cilindrada | Centímetros Cúbicos | 1600 | |
| Revoluciones por Minuto (rpm) | Digitar la Máxima Anticipada | 6000 | |
| Eficiencia Volumétrica | Motor a Gasolina sin Turbo | 0 | 0.8 |
| Resultados | CFM (Pies Cúbicos por Minuto) | 136 | |
| | Litros por Minuto de aire requerido a la máxima velocidad | 3,840 | |
| Nota: El cálculo está basado en el consumo máximo de un motor a gasolina turbo. Ciertos controles electrónicos pueden subir este valor de aire hasta 2.1 | | | |

Calcular

Figura 6. Obtención del flujo de gases de escape

Una vez determinado el flujo de gases podemos escoger cualquier sistema que cubre ese volumen de gas o más. Por ejemplo, si necesitamos 400 CFM para nuestro motor, podemos escoger un sistema de extracción diseñado para 400 CFM, 500 CFM, 600 CFM, etc., pero nunca uno diseñado para menos flujo.

Para validar los datos que se obtienen se compararon los resultados con investigaciones referentes, donde se determina el caudal de gases de escape en diferentes vehículos y usando otros métodos de medición. Por ejemplo: La medida de caudal a través de pruebas de adquisición a 1 KHz que permitió ver completamente la onda de caudal que ocurre durante el ralenti por el consecutivo abrir y cerrar de las válvulas de escape del motor (la frecuencia de oscilación del caudal para un motor de 4 tiempos es de aprox. 28 Hz= 2 x rpm en ralenti). El caudal real así medido se muestra en la Figura 6. [19]

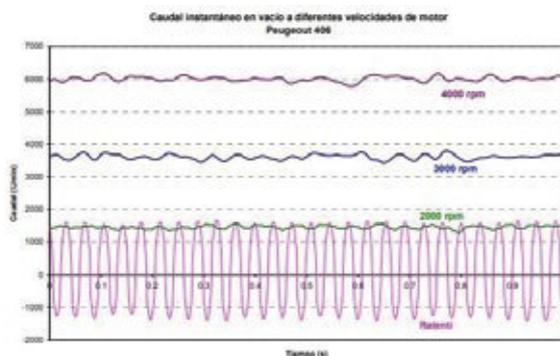


Figura 7. Gráfica de caudal instantáneo medido con caudalímetro MIVECO. Turismo Peugeot 406 Diesel 2L

2.2. Análisis de los factores influyentes

Residuos de la mecánica automotriz. Efectuar un mantenimiento o una reparación automotriz conlleva a la generación de subproductos como el repuesto reemplazado, el lubricante usado, los materiales de limpieza usados en el servicio, la suciedad del vehículo y los efectos indeseables, como el ruido. Los residuos por su efecto al ambiente pueden ser clasificados como residuos no peligrosos y peligrosos.

Residuos no peligrosos: Entre ellos tenemos los embalajes de repuestos, suciedad adherida al vehículo, limallas y otros. Estos residuos son directos, mientras que los desechos indirectos pueden ser el papel generado para la documentación del trabajo, los materiales desgastados (material de oficina, consumibles de la edificación, herramientas). Debemos tomar en cuenta que gran parte de estos residuos pueden ser reaprovechados mediante la reutilización o reciclaje.

Residuos peligrosos: Son aquellos que pueden conllevar un riesgo a la salud o contaminar el medio donde se encuentran.

La contaminación ambiental también se produce por causa de varios desechos de talleres automotrices, lo que origina la problemática actual debido a la cantidad de vehículos que circulan en las ciudades grandes. Los principales desechos son: derivados del petróleo, líquidos de freno, refrigerantes de motores, ácidos de batería y neumáticos usados.

- Humedad y temperaturas extremas.
- Cambios bruscos de temperatura.
- Corrientes de aire molestas.
- Olores desagradables.

3. Resultados y Discusión

3.1. Sistema de extracción móvil de gases

El sistema que se propone tiene como finalidad la disminución del exceso de gases de escape, de tal modo que en el taller se trabaje con los motores encendidos sin que exista un espacio peligroso de trabajo y sin crear molestia a otras secciones de este.

Se diseña el extractor para que se pueda conectar, principalmente los vehículos, con la más alta eficiencia de extracción de gases de estos.

Los resultados obtenidos de caudal son de un solo motor, lo que se desea es que el sistema funcione de

esta manera, así que éste deberá soportar el caudal máximo resultante.

3.2. Sistema de extracción móvil de gases

Se ha tomado en cuenta para el cálculo dos motores de cilindrada 1400 y 1600 cm³, correspondientes al vehículo Chevrolet Sail 1.4L y al vehículo Mazda 3 1.6L respectivamente.

En la Figura 7 se puede evidenciar los vehículos que son usados en el taller para las pruebas en el dinamómetro, donde se producen las mayores cantidades de emisiones del gas de escape en el taller, lo que puede causar daños en diferentes aspectos afectando de manera directa la salud de los estudiantes que realizan prácticas, y acumulándose en el lugar.



Figura 7. Vehículo Chevrolet Sail

Se obtendrá el caudal y velocidad de gases de escape del motor tanto para el vehículo mayor cilindrada 1600 cm³ como para el de menor cilindrada 1400 cm³, según datos proporcionados por el fabricante en la Tabla 1 y Tabla 2.

Se ha tomado en cuenta que en un ciclo de trabajo el volumen de gases de escape es igual a la cilindrada total teóricamente hablando, debido a que este volumen es el que se admite al interior de todos los cilindros del motor, sin embargo, un motor a gasolina aspirado tiene una eficiencia de llenado del 60 al 100% y en motores sobrealimentados supera el 100%.

Tabla 1. Especificaciones del vehículo Chevrolet

| Especificación | Dato |
|--------------------|--------------------------|
| Combustible | Gasolina |
| Potencia | 102 a 6.000 (CV/rpm) |
| Torque máximo | 13,3 a 4.200 (kgm/rpm) |
| No. de cilindros | cuatro en línea |
| Diámetro x Carrera | 79,8 x 81,8 (mm) |
| Cilindrada | 1.398 (cm ³) |

Tabla 2. Especificaciones del vehículo Mazda

| Especificación | Dato |
|--------------------|-------------------------|
| Combustible | Gasolina |
| Potencia | 105 a 6.000 (CV/rpm) |
| Torque máximo | 145 a 4000 (Nm/rpm) |
| No. de cilindros | cuatro en línea |
| Diámetro x Carrera | 78 x 83.6 (mm) |
| Cilindrada | 1598 (cm ³) |

Como se puede observar a continuación, en la Tabla 3 los resultados de caudal y de velocidad obtenidos al utilizar un mayor número de revoluciones por minuto, estos datos se obtuvieron para el motor de 1600 centímetros cúbicos (1.6L), donde puede observarse la variación de estos según la cantidad de rpm.

Tabla 3. Caudal y velocidad de los gases de escape de un motor de 1600 cm³ variando las revoluciones

| RPM | Q (m ³ /min) | Velocidad (m/s) |
|------|-------------------------|-----------------|
| 1500 | 1,20 | 9,066 |
| 2000 | 1,60 | 12,088 |
| 3000 | 2,40 | 18,131 |
| 4000 | 3,20 | 24,175 |
| 5000 | 4,00 | 30,219 |
| 6000 | 4,80 | 36,263 |

Para no tener que variar el diseño se considera la velocidad calculada para 6000 revoluciones por minuto (rpm), que es el valor máximo al que se prueban los motores en el taller.

En la Tabla 4 se puede observar los caudales y velocidades de gases de escape de los motores mencionados anteriormente y otros de cilindrada diferente, para hacer una comparación.

Tabla 4. Caudal y velocidad de los gases de escape de los motores con varias cilindradas.

| CILINDRADA | RPM | Q (m ³ /min) | Velocidad (m/s) |
|------------|------|-------------------------|-----------------|
| 1200 | 6000 | 3,60 | 27,197 |
| 1400 | 6000 | 4,20 | 31,730 |
| 1500 | 6000 | 4,50 | 33,996 |
| 1600 | 6000 | 4,80 | 36,263 |
| 2000 | 6000 | 6,00 | 45,328 |
| 3000 | 6000 | 9,00 | 67,993 |

A continuación, se estima los diferentes caudales y velocidades con respecto a las revoluciones por minuto del motor iniciando en 1500 hasta 6000 (rpm) en este caso para un motor de cilindrada de 1600 cm³,

en el ejemplo aplicando la teoría y los datos obtenidos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos obtenidos del caudal en función de las rpm

| Velocidad del motor (rpm) | RPS | Caudal unitario | Q total (m ³ /s) | CFM |
|---------------------------|----------|-----------------|-----------------------------|--------|
| 1500 | 25,00 0 | ,0050 0 | ,0200 | 42,38 |
| 2000 | 33,33 0 | ,0067 0 | ,0267 | 56,50 |
| 3000 | 50,00 0 | ,0100 0 | ,0400 | 84,76 |
| 4000 | 66,67 0 | ,0133 0 | ,0533 | 113,01 |
| 5000 | 83,33 0 | ,0167 0 | ,0667 | 141,26 |
| 6000 | 100,00 0 | ,0200 0 | ,0800 | 169,51 |

En la Figura 8 se observa los valores del caudal en CFM como va aumentando en función de las revoluciones del motor, hasta alcanzar un valor de 169.51 CFM a 6000 RPM.

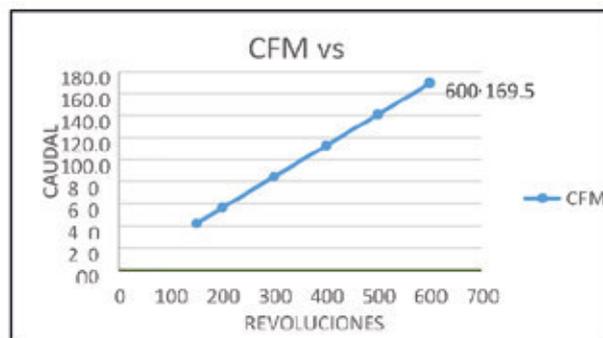


Figura 8. Comparación entre el caudal y las revoluciones del motor.

Para el diseño de esta propuesta, se toma en cuenta el sistema de tipo móvil que puede observarse en la Figura 9, ya que es el más sencillo y práctico, tomándose en cuenta que, gracias a las características de los gases, estos saldrán por impulso propio hacia el exterior del taller.



Figura 8. Comparación entre el caudal y las revoluciones del motor.

4. Conclusiones

La extracción de los gases de escape es la mejor manera para eliminar los gases y humos presentes en los talleres debido a las diferentes actividades que se realizan en el motor en lugares en donde no existe una buena evacuación de gases de forma natural.

Con el uso de un sistema de extracción de gases de escape móvil, durante el desarrollo de las prácticas se cumple con las regulaciones y normativas sobre extracción de gases en talleres, evitando posibles problemas de salud en los usuarios del taller.

Durante la instalación y prueba del sistema de extracción de gases de escape, se consideraron los aspectos técnicos relevantes para mejorar la calidad del ambiente dentro de las instalaciones y se determinó la importancia que tienen factores como el tipo de motor, cilindrada del motor, ventilación del espacio interior.

Al utilizar el extractor de gases de escape se estimó la disminución del porcentaje del contenido de gases contaminantes en el ambiente al interior del taller, en lo referente a CO y HC, obteniendo una reducción del 100% del porcentaje de Monóxido de Carbono en marcha mínima (Ralentí) y un 100% en máxima carga (Máxima Potencia) y una reducción en lo referente a Hidrocarburos del 91 al 93% en máxima carga y 100% en carga mínima.

La razón más importante es la salud laboral que ha llevado a que algunos talleres incorporen sistemas de evacuación de gases de escape dentro de sus instalaciones. Al ser absorbidos los gases de escape desde su origen (salida del sistema de escape), se impide que dichos gases circulen dentro del taller minimizándolos posibles efectos sobre las personas.

5. Referencias

- [1] Aránguez, E. O.-P. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. Revista española de salud pública, 73, 123-132.
- [2] Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- [3] Austria, V. E. (2009). Proyecto para la seguridad industrial en las subestaciones eléctricas rectificadoras de la línea b del stc metro de la

ciudad de México.

- [4] Best, J. (2008). *Cómo investigar en educación*. Madrid: Ediciones Morata.
- [5] Bosch. (2008). *Manual de técnica del automóvil*. Buer&Parnet: Alemania.
- [6] Bosch. (2009). *Manual de la técnica del automovil*. Barcelona: Reverte S.A.
- [7] Catálogo Bosch. (2013). Recuperado el 2014, de http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_d_e_Inyecci%C3%B3n.pdf:
- [8] Cevallos, M. P. (2018). Determinación de los gases contaminantes CO y HC, en fuentes móviles a gasolina en el cantón la Mana, provincia de Cotopaxi. *Ciencia Digital*, 2(4.2.), 115-151.
- [9] Costa Gómez, I. (2016). Estudio de la concentración de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y ozono en el núcleo urbano de la ciudad de Cartagena y evaluación de la exposición de la población. Proyecto de investigación.
- [10] Crouse, W. (2008). *Mecanica del Automovil*. Barcelona: McGraw-Hill .
- [11] De Castro Vicente, M. (2008). *Inyección y encendido*. Barcelona: CEAC.
- [12] Del Castillo, Á. (2008). 18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados. La Coruña: Netbiblo.
- [13] Diccionario de la Real Academia Española. (01 de 01 de 2014). Real Academia Española. Recuperado el 03 de 02 de 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val>
- [14] Doblado, Ó. B. (2015). *Logística y comunicación en un taller de vehículos*. Ediciones Paraninfo, SA.
- [15] Ecuador, M. d. (2014). *Norma de Calidad del Aire Ambiente*. Obtenido de www.legal.gen.ec/Acuerdo-050-Reformas
- [16] Ehlers, J. J. (s.f.). *Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina*.
- [17] Estrada Torres, D. M. (2015). *Diseño e implementación del sistema para reducción y contaminación auditiva y por emisiones en el taller IMA*. (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- [18] Excellence, I. (2016). *ISOTools Excellence*.
- [19] Fonseca, N. E. (2009). *Problemas asociados a la medida de emisiones másicas instantáneas en motores de vehículos*.
- [20] Fracica, G. (1988). *Modelo de simulación en muestreo*. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- [21] Gallegos, W. L. (2012). *Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial industrial*. *Revista cubana de salud y trabajo*, 13(3), 45-52.
- [22] Google Maps. (01 de Noviembre de 2013). *Google Maps*. Obtenido de Ciudad de Guayaquil: <https://www.google.com.ec/maps/preview?hl=es>
- [23] Grima, R. L. (2011). *Manual de seguridad y salud para operaciones en talleres mecánicos y de motores térmicos*. Servicio De Prevención De Riesgos Laborales Sprl-Upv.
- [24] Grupo Bosch. (2000). *Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas*. Madrid: Grupo cultural.
- [25] MAE. (2015). *Norma de calidad del aire ambiente*. Ministerio del Ambiente Ecuador.
- [26] NIOSH. (2015). *Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional*.
- [27] NIOSH (Diciembre de 1996). www.cdc.gov. Recuperado el 07 de Abril de 2015, de http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118_sp/OMS. (2019). *Organización Mundial de la Salud*.
- [28] Peña Chávez, C. &. (2017). *Propuesta de mejora del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo según la norma OHSAS 18001: 2007 para reducir el número de accidentes de la empresa TESH SRL*. (Tesis Parcial).

[29] Rodríguez, J. (2013). http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburadorhechos_103090/. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/: http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/

[30] Sánchez Cabrera, W. X. (2011). Estudio de prefactibilidad para la creación e implementación de una empresa proveedora de equipos de protección personal, en seguridad industrial y salud ocupacional para las industrias de Milagro.



³Adolfo Juan Peña Pinargote Máster en Gerencia en Innovaciones Educativas de Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ingeniero Automotriz de Escuela Politécnica del Ejército; estudios actuales de Doctorado en Humanidades y Artes con Mención en Ciencias de la Educación en Universidad Nacional de Rosario - Argentina, además de estudio de “Maestría en Diseño Mecánico” en Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

6. Biografía



¹Manuel Fernando Gómez Berrezueta. - Ingeniero Mecánico Automotriz (Universidad Politécnica Salesiana), Maestro en Ingeniería Automotriz (Tecnológico de Monterrey, Toluca), Doctorando en Ciencias de la Ingeniería (Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México), Doctorando en Educación (Universidad de Rosario), Docente – Investigador UIDE-Sede Guayaquil, Consultor - Asesor Técnico Área Ingeniería Automotriz, Miembro: RELIEVE (Red Latinoamericana de Investigación en Energía y Vehículos), Trabajó en varios proyectos de Investigación Internacionales. Becario SENESCYT.



²Alex Fernando Llerena Mena. Master of Science in Mechatronic Engineering – Vehicle informatics, Obuda University- Budapest; Ingeniero Mecatrónico, Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE Latacunga; Supervisor Electrónico, Asistente Mecánico, Asesoramiento de proyectos, Docente de la Universidad Internacional del Ecuador. Producción científica de: artículos científicos relacionados al área mecánica y electrónica; ponencias nacionales e internacionales.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

| | |
|------------------|-------------------|
| Fecha recepción | 02 octubre 2020 |
| Fecha aceptación | 02 diciembre 2020 |