



# **FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Diseño e implementación del sistema para reducción y  
contaminación auditiva y por emisiones en el taller IMA**

**Trabajo previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

**Autores:**

**DIEGO MAURICIO ESTRADA TORRES**

**JOHN PAÚL NARVÁEZ ENCALADA**

**Director:**

**PESANTEZ PALOMEQUE FREDDY SANTIAGO**

**CUENCA, ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la vida, a nuestros padres que con su apoyo y motivación que nos supieron guiar en esta etapa de nuestra vida, al Ing. Freddy Pesantez Palomeque por su colaboración como director de este trabajo de graduación, a nuestros profesores que supieron guiarnos con sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera, a nuestros amigos y de más personas que con palabras de aliento nos dieron fuerzas para continuar en la lucha por alcanzar nuestros sueños.

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA REDUCCIÓN Y CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y POR EMISIONES EN EL TALLER IMA

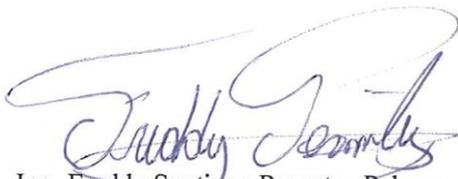
### RESUMEN

El presente trabajo plantea una alternativa para la solución al problema de concentración de gases contaminantes y nivel de ruido generados por los motores didácticos utilizados en el taller de la escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad del Azuay. Para ello, se implementó un sistema de extracción de gases por tiro forzado que debe ser conectado a los ductos de escape.

Inicialmente se realizó la evaluación del nivel de emisiones y ruido concentrado en el taller. Posteriormente se diseñó y construyó el sistema de tiro forzado. La metodología usada fue analítica de las diferentes variables y experimental enfocado en la obtención de un modelo sistemático.

Implementado el sistema se evaluaron los resultados obtenidos, dando una extracción de 20,8 m<sup>3</sup>/min de emisiones, reduciendo considerablemente la concentración de los gases que afectaban en principio, a más de lograr una disminución del ruido pero que no resulto significativa lamentablemente.

Palabras claves: **contaminación, ruido, emisiones.**



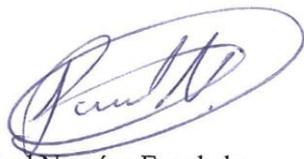
Ing. Freddy Santiago Pesantez Palomeque

**Director de Tesis**



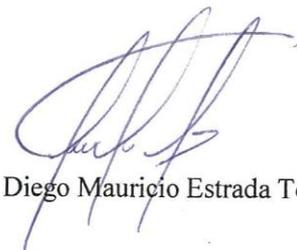
Mg. Edgar Mauricio Barros Barzallo

**Director de la Escuela**



John Paul Narváez Encalada

**Autor**



Diego Mauricio Estrada Torres

**Autor**

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM FOR REDUCING NOISE  
POLLUTION AND EMISSIONS AT IMA WORKSHOP**

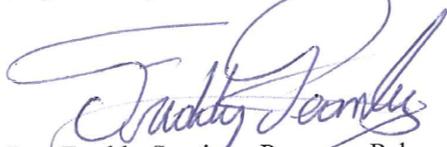
**ABSTRACT**

This paper proposes an alternative solution to the problem of concentration of gaseous pollutants and noise level generated by the engines used for teaching at the Automotive Mechanical Engineering (IMA) workshop of *Universidad del Azuay*. In order to achieve this objective, a forced-draft gas extraction system that must be connected to the exhaust ducts was implemented.

Initially, we conducted the assessment of emissions and noise concentrated in the workshop. Then, we designed and built the forced-draft system. We used the analytical methodology for the different variables, and the experimental methodology for the preparation of a systematic model

Once the system was implemented, we evaluated the results obtained, which gave an extraction of 20.8 m<sup>3</sup> min emissions, greatly reducing the concentration of gases that were affecting at the beginning. However, noise was reduced, but not significantly.

**Keywords:** pollution, noise, emissions



Ing. Freddy Santiago Pesantez Palomeque

**Thesis Director**



John Paul Narváez Encalada

**Author**



Mg. Edgar Mauricio Barros Barzallo

**School Director**



Diego Mauricio Estrada Torres

**Author**



UNIVERSIDAD DEL

AZUAY

Dpto. Idiomas



Translated by

Lic. Lourdes Crespo

**INDICE DE CONTENIDOS**

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xiv
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	xvi
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO 1: CONTAMINACIÓN POR GASES DE ESCAPE Y RUIDO ....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Seguridad industrial y salud ocupacional.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Introducción .....	2
1.1.2 El medio ambiente .....	3
1.1.2.1 Países con mayores emisiones de CO <sub>2</sub> .....	4
1.1.2.2 Emisiones de CO <sub>2</sub> en el Ecuador.....	5
1.1.3 Factores de riesgo en el taller mecánico automotriz .....	5
<b>1.2 Contaminación por gases de escape .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Contaminación por emisiones atmosféricas.....	6
1.2.2 Clases de contaminantes .....	6
1.2.2.1 Contaminación primaria y secundaria.....	7
1.2.3 Gases presentes en las emisiones de escape.....	8
1.2.3.1 Gases contaminantes y sus efectos en la salud.....	11
1.2.4 Normas de emisiones .....	18
1.2.4.1 Norma establecida por la OMS .....	18
1.2.4.2 Norma Ecuatoriana para calidad del aire ambiente.....	18
1.2.4.3 Norma NTE INEN 2 204:2002 en cuanto a emisiones de vehículos a gasolina	19

1.2.4.4	Norma NTE INEN 2 207:2002 en cuanto a emisiones de vehículos a diesel	20
1.2.5	Formas para cuantificar los gases contaminantes	21
1.2.5.1	Métodos para medición de contaminantes en el ambiente de trabajo	21
1.2.5.2	Procedimiento para medición de emisiones de un motor de combustión interna	21
1.2.6	Contaminación en el taller IMA	24
<b>1.3</b>	<b>Contaminación por ruido</b>	<b>29</b>
1.3.1	El ruido	29
1.3.1.1	Tipos de ruido	30
1.3.1.2	Combinación de sonidos	30
1.3.1.3	Nivel sonoro equivalente (Leq o Lp)	32
1.3.1.4	Efectos que produce el ruido	33
1.3.2	Límites de ruido permisibles	33
1.3.2.1	Niveles Máximos de Ruido Permisibles según uso del Suelo	34
1.3.2.2	Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores	35
1.3.3	Nivel de ruido producido por los motores en el taller ima	36
1.3.3.1	Equipo utilizado para la medición del ruido	36
1.3.3.2	Procedimiento para medición de niveles de ruido	38
1.3.3.3	Datos obtenidos	40
<b>CAPITULO 2: DISEÑO DEL SISTEMA</b>		<b>42</b>
<b>2.1</b>	<b>Alcance del diseño</b>	<b>42</b>
2.1.1	Normativa	43
2.1.2	Emplazamiento	43
2.1.3	Criterios de diseño	44
2.1.3.1	Diseños de sistemas para evacuar gases de escape	45
2.1.3.2	Ayudas para el diseño de conductos	52
2.1.3.3	Flujo en tuberías	55
2.1.3.4	Flujo turbulento en tuberías	56
2.1.3.5	Perfil de velocidad turbulenta	56
2.1.3.6	Numero de reynolds	57

2.1.3.7	Gas ideal.....	59
2.1.3.8	Flujos máxicos y volumétricos.....	60
2.1.3.9	Formas para evacuar los gases de escape.....	61
2.1.3.10	Formas de ubicación de chimenea .....	66
2.1.3.11	Ventiladores .....	67
<b>2.2</b>	<b>Análisis del área del laboratorio.....</b>	<b>71</b>
2.2.1	Capacidad instalada.....	71
2.2.2	Afluencia de Personas .....	71
<b>2.3</b>	<b>Cálculo.....</b>	<b>72</b>
2.3.1	Caudal total .....	72
2.3.2	Velocidad de salida de los gases .....	74
2.3.3	Diámetro de tubería principal.....	75
2.3.3.1	Características de la tubería principal .....	75
2.3.4	Diámetro de la manguera flexible .....	76
2.3.4.1	Manguera flexible .....	77
2.3.5	Temperatura de gases de escape .....	77
2.3.6	Selección del ventilador .....	78
2.3.6.1	Velocidad de aspiración del ventilador .....	79
2.3.7	Diseño de acople .....	80
<b>2.4</b>	<b>Diseño .....</b>	<b>80</b>
2.4.1	Plano y ubicación del sistema .....	80
2.4.2	Modelado del sistema.....	80
2.4.3	Simulación .....	81
<b>CAPITULO 3: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.....</b>		<b>85</b>
<b>3.1</b>	<b>Selección y adquisición del material.....</b>	<b>85</b>
3.1.1	Materiales a utilizar.....	85
3.1.1.1	Tubería principal .....	85
3.1.1.2	Tubería secundaria .....	86
3.1.1.3	Manguera flexible .....	87
3.1.1.4	Extractor.....	88
3.1.1.5	Abrazaderas.....	89

3.1.1.6	Acoples.....	90
3.1.1.7	Circuito eléctrico de accionamiento.....	90
3.1.1.8	Costo del sistema .....	90
3.1.2	Costo Por Número De Tomas .....	93
<b>3.2</b>	<b>Ensamble e implementación en el taller.....</b>	<b>94</b>
3.2.1	Implementación de tubería principal.....	94
3.2.2	Implementación de tubería secundaria.....	96
3.2.3	Implementación de chimeneas y extractores.....	97
3.2.4	Implementación de manguera flexible .....	97
3.2.5	Implementación de acoples .....	98
3.2.6	Implementación de tapas.....	100
3.2.7	Implementación eléctrica .....	101
3.2.8	Imprevistos en la implementación .....	102
<b>3.3</b>	<b>Mantenimiento del sistema.....</b>	<b>102</b>
3.3.2	Mantenimiento de manguera flexible.....	103
3.3.3	Mantenimiento de circuito eléctrico de encendido .....	104
<b>CAPITULO 4: ANALISISDE RESULTADOS.....</b>		<b>105</b>
<b>4.1</b>	<b>Pruebas en el sistema .....</b>	<b>105</b>
4.1.1	Pruebas de encendido del extractor.....	105
4.1.2	Prueba de unión acople – escape.....	106
4.1.3	Prueba de funcionamiento en el área de motores.....	107
4.1.4	Prueba de funcionamiento en el área de vehículos (fosa).....	109
4.1.5	Medición de temperatura.....	109
<b>4.2</b>	<b>Contaminación de gases de escape en el taller IMA con el sistema en funcionamiento .....</b>	<b>111</b>
4.2.1	Resultados Obtenidos.....	112
<b>4.3</b>	<b>Contaminación de ruido con el sistema en funcionamiento.....</b>	<b>113</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>114</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>117</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Países Con Mayor Emisión De Contaminantes.....	4
Figura 1: Contaminación primaria y secundaria.....	7
Figura 3: Composición de gases de escape.....	10
Figura 4 Medición de gases.....	23
Figura 5: Analizador de gases MAHA MGT 5.....	24
Figura 6: Analizador GasCheck.....	25
Figura 7 Concentraciones de CO calculadas que genera un motor de gasolina de 4 ciclos y 5 caballos de fuerza en un salón de 283 metros cúbicos (100.000 pies cúbicos) con varios cambios de aire por hora.....	26
Figura 8: Taller IMA.....	29
Figura 9: Distribución de gases de escape dentro del taller.....	29
Figura 10 Representación gráfica del nivel de sonido equivalente. ....	32
Figura 11: Efectos del ruido. ....	33
Figura 12: Sonómetro QUEST 2100.....	37
Figura 13: Medición de nivel de ruido. ....	39
Figura 14: Nivel de ruido.....	40
Figura 15: Evacuación de gases.....	42
Figura 16: Taller Automotriz de la Universidad del Azuay, Área de Motores.....	44
Figura 17: Taller Automotriz de la Universidad del Azuay, Fosa de entrada de Vehículos. ....	44
Figura 18: Extractor móvil de gases de escape del vehículo.....	45

Figura 19: Sistema para evacuar gases de escape de vehículos montable en la pared.....	47
Figura 20: Sistema de evacuación de gases de escape deslizante.....	48
Figura 21: Sistema de evacuación de gases de escape de vehículo (obra física).....	50
Figura 22: Modelado del taller IMA.....	51
Figura 23: Recomendaciones para el diseño de Codos.....	53
Figura 24: Recomendaciones para el diseño de Conductos con Uniones Laterales.....	54
Figura 25: Recomendaciones para el diseño de la entrada de Aire al Ventilador.....	54
Figura 26: Recomendaciones para el diseño de Codos.....	55
Figura 27: El perfil de velocidad en flujo totalmente desarrollado para tubería circular es parabólico regular para flujo laminar y es mucho más plano para el flujo turbulento.....	57
Figura 28: Variación de las propiedades de flujo en las toberas aceleradoras y toberas desaceleradoras (difusores) subsónicos y supersónico.....	61
Figura 29: En una tobera la sección transversal de área más pequeña se llama garganta.....	61
Figura 30: Tiro Natural.....	63
Figura 31: Tiro Forzado.....	64
Figura 32: Tiro Inducido .....	66
Figura 33: Colocación de chimenea.....	68
Figura 34: Ventilador.....	69
Figura 35: Ventiladores de pared.....	71

Figura 36: Ventiladores para evacuar gases .....	71
Figura 37: Ventilación utilizada en el taller IMA .....	72
Figura 38: Tubería de acero galvanizado .....	77
Figura 39: Tubería Flexible.....	78
Figura 40. Acople de tubería en salida de escape.....	78
Figura 41: Medición de Temperatura de los Gases de Escape .....	79
Figura 42: Modelado del sistema .....	82
Figura 43: Importación del modelado.....	83
Figura 44: Unidades de trabajo .....	84
Figura. 45: Modelado en programa de elementos finitos .....	84
Figura 46: Mallado del sistema: .....	85
Figura 47: Ingreso de datos .....	85
Figura 48: Simulación del sistema.....	86
Figura 49: Tubería Principal.....	88
Figura 50: Tubería Secundaria.....	89
Figura 51: Manguera Flexible.....	90
Figura 52: Extractores.....	91
Figura 53: Abrazadera.....	91
Figura 54: Acoples .....	92
Figura 55: Implementación de tubería principal área de ingreso de vehículos.....	97
Figura 56: Implementación de tubería principal área de motores.....	98
Figura 57: Implementación de tubería secundaria.....	98
Figura 58: Implementación de chimenea y extractor.....	99

Figura 59: Implementación de manguera flexible.....	100
Figura 60: Mecanismo de sujeción.....	100
Figura 61: Perno de ajuste.....	101
Figura 62: Agarradera.....	101
Figura 63: Implementación de acople.....	102
Figura 64: Implementación de tapa en área de motores.....	103
Figura 65: Implementación de tapa en sector de entrada de vehículos.....	103
Figura 66: Implementación eléctrica.....	104
Figura 67: Mantenimiento de extractores.....	105
Figura 68: Mantenimiento eléctrico.....	106
Figura 69: Pruebas en el sistema.....	107
Figura 70: Prueba de aspiración.....	108
Figura 71: Unión acople-escape.....	108
Figura 72: Centrado acople-escape.....	109
Figura 73: Prueba en el área de motores.....	109
Figura 74: Centrado y fijación.....	110
Figura 75: Encendido del sistema y motores.....	110
Figura 76: Prueba en área de vehículos.....	111
Figura 77: Temperatura de acople.....	112
Figura 78: Temperatura de manguera flexible.....	112
Figura 79: Temperatura de tubería.....	113
Figura 80: evacuación total de gases.....	114
Figura 81: Equipo de protección auditiva.....	115

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Contaminantes – Fuente de actividad.....	8
Tabla 2: Porcentajes de Combustibles.....	9
Tabla 3: Niveles de monóxido de carbono.....	11
Tabla 4 Limites OMS. ....	18
Tabla 5: Limites Norma Ecuatoriana para calidad de aire ambiente.....	19
Tabla 6: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática) .....	20
Tabla 7 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000.....	21
Tabla 8 Métodos para medición de concentración de gases.....	21
Tabla 9: Cantidad de contaminantes en el taller.....	26
Tabla 10: Concentración de gases por volumen.....	26
Tabla 11: Tabla para calcular el nivel total cuando se sabe la diferencia de niveles.....	29
Tabla 12: Niveles máximos de ruido permisibles según uso de suelo.....	32
Tabla 13: Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores.....	34
Tabla 14 Especificaciones Sonómetro QUEST 2100.....	36
Tabla 15: Niveles de ruido de maquetas y vehículos dentro del taller.....	38
Tabla 16: Comparación De Niveles Medidos Con La Norma Establecida.....	41
Tabla 17 Extracción móvil de gases.....	46
Tabla 18: Sistema montable en la pared.....	47
Tabla 19: Sistema deslizante.....	49
Tabla 20: Evacuación de gases mediante obra física.....	50

Tabla 21: Sistema implementado en el taller IMA.....	52
Tabla 22: Flujos.....	58
Tabla 23: Tiro forzado.....	65
Tabla 24:tiro inducido.....	66
Tabla 25: Afluencia diaria aproximada de personas en las instalaciones del taller y zonas cercanas afectadas por la contaminación.....	73
Tabla 26: Obtención de caudales.....	74
Tabla 27: Cálculo de velocidad de gases.....	75
Tabla 28: Caudales y velocidades de los motores del taller IMA.....	75
Tabla 29: Diámetro de tubería principal.....	76
Tabla 30: Diametro de manguera flexible.....	77
Tabla 31: Selección de ventilador axial.....	80
Tabla 32: Velocidad del extractor.....	81
Tabla 33: Costo de insumos.....	93
Tabla 34: Costo de mano de obra.....	94
Tabla 35: Costo total.....	94
Tabla 36: Costo de implementación según número de tomas.....	96

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Características de la manguera flexible.....	123
Anexo 2: Ventiladores Siemens.....	124
Anexo 3: Diseño de Acople.....	129
Anexo 4: Planos del Sistema de extracción.....	130
Anexo 5: Modelado del sistema.....	133
Anexo 6: Circuito eléctrico.....	135

John Paúl Narváez Encalada

Diego Mauricio Estrada Torres

Trabajo de Graduación

Ing. Freddy Santiago Pesantez Palomeque

Abril 2015.

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA REDUCCIÓN Y CONTAMINACIÓN AUDITIVA Y POR EMISIONES EN EL TALLER IMA**

### **INTRODUCCION**

Dentro de la carrera de ingeniería mecánica automotriz se encuentra inmerso el tema de la contaminación y la necesidad de reducirla ya sea por motivos ambientales o por precautelar la salud de las personas involucradas previniendo enfermedades laborales. Los tipos de contaminación que se presentan con mayor índice dentro de un taller son los gases emitidos por los motores y el ruido es por eso que se han fijado normas en cada país que regulan los niveles máximos permitidos de estos contaminantes con el fin de garantizar un mejor ambiente de trabajo.

Para reducir los niveles de emisiones contaminantes en el taller IMA se ha propuesto implementar un sistema de evacuación el cual sea capaz de reducir los niveles de gases que emiten los motores cumpliendo así las normas.

En cuanto a la contaminación por ruido existen normas que establecen niveles máximos permitidos según el área y los efectos que produce a las personas según el tiempo de exposición, físicamente no se puede reducir considerablemente el ruido a más de asegurarse que todos los motores que se enciendan tengan un silenciador en su sistema de escape, por lo cual para reducir el riesgo de enfermedades profesionales se deber utilizar equipo de protección personal.

## CAPITULO 1

### CONTAMINACIÓN POR GASES DE ESCAPE Y RUIDO

#### 1.1 Seguridad industrial y salud ocupacional

##### 1.1.1 Introducción

La Salud Ocupacional es el conjunto de las actividades de salud dirigidas hacia la promoción de la calidad de vida de los trabajadores, diagnóstico precoz y tratamiento oportuno, la rehabilitación, adaptación laboral y la adaptación de las contingencias derivadas de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales (ATEP), a través del mantenimiento y mejoramiento de las condiciones de vida.

La Organización Mundial de la Salud, expresa el siguiente concepto sobre la salud Ocupacional:

“Tratar de promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental u social de los trabajadores de todas las promociones, prevenir todo daño causado a la salud de estos por las condiciones de su trabajo, protegerlos en su empleo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a la salud, colocar u mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus actividades fisiológicas y psicológicas, en suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo.”<sup>1</sup>

“El hombre desde las épocas primitivas estableció una relación con la naturaleza y su ambiente de trabajo. Lo conoció y luego lo transformo por medio del trabajo, aprendió a conocer que tipo de actividades laborales le eran peligrosas para su condición física.”<sup>1</sup>

Esta relación con la naturaleza le obligo a buscar instrumentos que hicieran más eficiente y seguro su trabajo.

“Entendida la relación del hombre con su mundo de trabajo y las consecuencias que de ello se derivan, se considera la Salud Ocupacional como una disciplina y

---

<sup>1</sup> Álvarez Heredia, F. (2006). Salud Ocupacional / Francisco Álvarez Heredia. Bogotá: Ecoe Ediciones

estrategia para conservar la salud de los hombres trabajadores y mujeres trabajadoras. Para alcanzar este objetivo utiliza herramientas de las ingenierías y de la medicina, así como de las otras disciplinas afines para medir, evaluar y controlar las condiciones ambientales que podrían afectar al bienestar de los trabajadores”<sup>2</sup>.

### **1.1.2 El medio ambiente**

El medio ambiente es el conjunto de factores de orden físico, químico y biológico que actúan sobre el ser humano y que brindan a este los recursos necesarios para su supervivencia. El ambiente de trabajo es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que directa o indirectamente influyen en su salud y en la calidad de vida.

“Toda empresa está constituida por trabajadores y empresarios que mediante la ejecución de actividades y procesos tienen como objetivo obtener excedentes financieros. Los riesgos ocupacionales dificultan la obtención de esas ganancias, al presentarse los accidentes en los trabajadores y los daños materiales que afecten los intereses de la empresa del trabajador y su familia, el capital y el ambiente.”<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Alvarez Heredia, F. (2006). Salud Ocupacional / Francisco Alvarez Heredia.  
Bogota: Ecoe Ediciones

<sup>3</sup> Alvarez Heredia, F. (2006). Salud Ocupacional / Francisco Alvarez Heredia.  
Bogota: Ecoe Ediciones

### 1.1.2.1 Países con mayores emisiones de CO2

“Los países que emiten mayor cantidad de contaminantes (Toneladas de CO2):

1º) EE.UU	2.530	millones
2º) China	2.430	millones
3º) Rusia	600	millones
4º) India	529	millones
5º) Japón	363	millones
6º) Alemania	323	millones
7º) Australia	205	millones
8º) Sudáfrica	201	millones
9º) Reino Unido	192	millones
10º) Corea del Sur	168	millones” <sup>4</sup>

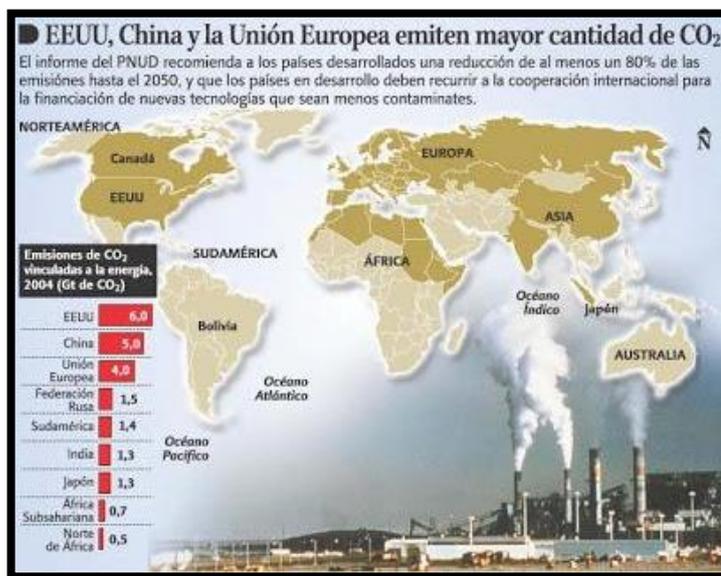


Figura 1: Países Con Mayor Emisión De Contaminantes

Fuente: (Navarrete, 2010)

Estos países no solo por su extensión geográfica si no por su desarrollo tecnológico e industrial son los que más cantidad de CO2 emanan hacia el medio ambiente. Siendo

<sup>4</sup> Navarrete, C. (02 de mayo de 2010). <http://cambiomedioambiental.blogspot.com/>. Recuperado el 26 de mayo de 2014, de <http://cambiomedioambiental.blogspot.com/2010/05/paises-de-emision-de-contaminacion.html>

su responsabilidad como grandes potencias que son, procurar la conservación del medio ambiente creando nuevas tecnologías más amigables con el Medio Ambiente.

### **1.1.2.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> en el Ecuador**

“Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por habitante. Lo que representa un 0,1% de emisiones a nivel mundial.

A pesar de ser un país con emisiones que representan menos del 0,5% de CO<sub>2</sub> en el mundo, el gobierno trabaja para enriquecer las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático, con el fin de mejorar la calidad de vida, en términos de bienestar ambiental y social.

Datos Importantes:

- En 2006 se reportan 410,01 ton de CO<sub>2</sub> emitidas por todos los sectores de Ecuador incluyendo energía procesos industriales, agricultura, cambio de uso del suelo, desechos (Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2011).
- Entre el año 1990 y el 2006, el país ha experimentado un incremento del 78.7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte.”<sup>5</sup>

### **1.1.3 Factores de riesgo en el taller mecánico automotriz**

En todo trabajo o situación laboral existen factores de riesgo de distinta índole como: Físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, eléctricos, mecánicos y locativos. Los más importantes en el Taller Automotriz de la Universidad del Azuay son físicos: como el ruido y las vibraciones; químicos como vapores, materiales particulados y principalmente gases de escape.

“Los factores de riesgo físicos cómo el ruido depende de tres factores:

---

<sup>5</sup> Ministerio del Ambiente del Ecuador. (16 de 05 de 2013). Ministerio del Ambiente [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec). Recuperado el 30 de 05 de 2014, de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

- De la intensidad: es decir, de la fuerza de la vibración o fuente del ruido y de las alteraciones que se producen en el aire, siendo su unidad de medida el decibelio.
- De la frecuencia: es decir, del tono de los sonidos, pudiendo ser este: grave o agudo, según se trata de alta o baja frecuencia respectivamente.
- De su molestia: factor este que incluye para algunas personas incluso el sonido de baja intensidad.”<sup>6</sup>

En factores riesgo químico los agentes contaminantes absorbidos por el cuerpo dependen de la concentración en el ambiente, tiempo de exposición y la ventilación. La vía de entrada al organismo de estos en su mayoría es por vía respiratoria pero también hay contaminantes que son absorbidos por el cuerpo vía dérmica, digestiva o parenteral (penetración directa por herida o punción).

## **1.2 Contaminación por gases de escape**

En los motores de combustión interna como consecuencia del proceso, se evacuan gases residuales contaminantes hacia el ambiente como monóxido de carbono (CO), óxidos de Nitrógeno (NOx) y material particulado los cuales afectan a la salud de las personas.

### **1.2.1 Contaminación por emisiones atmosféricas**

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de materias, partículas o formas que pueden ocasionar daño a las personas y bienes de cualquier naturaleza, además de que reducen la visibilidad y provocan malos olores.

Las industrias consideradas como principales fuentes de contaminación son aquellas en cuyos procesos industriales se da la combustión como la automotriz y la siderúrgica ya que en sus procesos productivos emiten gases nocivos.

### **1.2.2 Clases de contaminantes**

“Puede ser cualquier contaminante cualquier elemento, compuesto químico o material de cualquier tipo, natural o artificial, capaz de permanecer o ser arrastrado

---

<sup>6</sup> Álvarez Heredia, F. (2006). Salud Ocupacional / Francisco Álvarez Heredia.

por el aire. Puede estar en forma de partículas sólidas, gotas líquidas, gases o en diferentes mezclas de estas formas.”<sup>7</sup>

### 1.2.2.1 Contaminación primaria y secundaria

Resulta muy útil diferenciar los contaminantes en dos grandes grupos con el criterio de que si han sido emitidos desde fuentes conocidas o se han formado en la atmósfera. Así tenemos:

- Contaminantes primarios.- Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, por ejemplo el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).
- Contaminantes secundarios.- Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera, por ejemplo el ozono (O<sub>3</sub>), los sulfatos (SO<sub>4</sub>).



Figura 1: Contaminación primaria y secundaria

Fuente: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=139604> 26-05-2014

En la tabla 2 se puede observar que las actividades en donde interviene el hombre como: centrales térmicas, tráfico vehicular, calentamiento doméstico e incineración

<sup>7</sup> Centro de estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca. (2006). Contaminación del Aire. En C. d. deCuenca, Contaminacion del Aire (págs. 19-23). Cuenca: Ingrafica Cia.Ltda.

de residuos son las que emiten mayor cantidad de elementos contaminantes perjudiciales para la salud humana y medio ambiente.

Tabla 1 Contaminantes – Fuente de actividad

Contaminante	Fuente de actividad									
	Centrales Térmicas	Tráfico Vehicular	Calentamiento doméstico	Refinado de petróleo	minería	Ind. química y farmacéutica	Manufacturas metálicas	Incineración residuos	agricultura	
Partículas	X	X	X		X	X	X	X	X	
CO	X	X	X					X		
CO <sub>2</sub>	X	X	X					X		
SO <sub>x</sub>	X	X	X	X				X		
NO <sub>x</sub>	X	X	X	X				X		
VOC	X	X	X	X				X		
O <sub>3</sub>		X								
HC	X	X	X	X				X		
Metales pesados										
Pb		X				X	X	X		
Hg	X		X			X	X	X		
Cu						X	X	X		
Cd						X	X	X	X	
Zn						X	X	X		
CFCs							X	X		

Fuente: Centro de estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca. (2006).

### 1.2.3 Gases presentes en las emisiones de escape

Los motores de combustión al quemar el combustible no se da la combustión perfecta dentro de cada uno de sus cilindros, lo cual provoca la expulsión de gases contaminantes al exterior los cuales son nocivos para las personas y para el medio ambiente.

El porcentaje de los gases varía dependiendo de que si son motores cuyo funcionamiento es con gasoil (diésel) o si su funcionamiento es con gasolina.

La tabla 1.2 y figura 1.3 muestra los porcentajes de gases presentes en las emisiones de escape según el tipo de motor.

Tabla 2: Porcentajes de Combustibles

<b>GASES DE ESCAPE</b>	<b>MOTOR A GASOLINA</b>	<b>MOTOR A DIESEL</b>
Nitrógeno	71%	67%
Oxígeno	0,7%	10%
Vapor de agua	13%	11%
Dióxido de carbono	14%	12%
Monóxido de carbono	0,85%	0,04%
Óxidos de nitrógeno	0,08%	0,08%
Hidrocarburos	0,05%	0,01%
Partículas	0.02%	0,025%

Fuente: (Manual de la Técnica del Automóvil,2006)

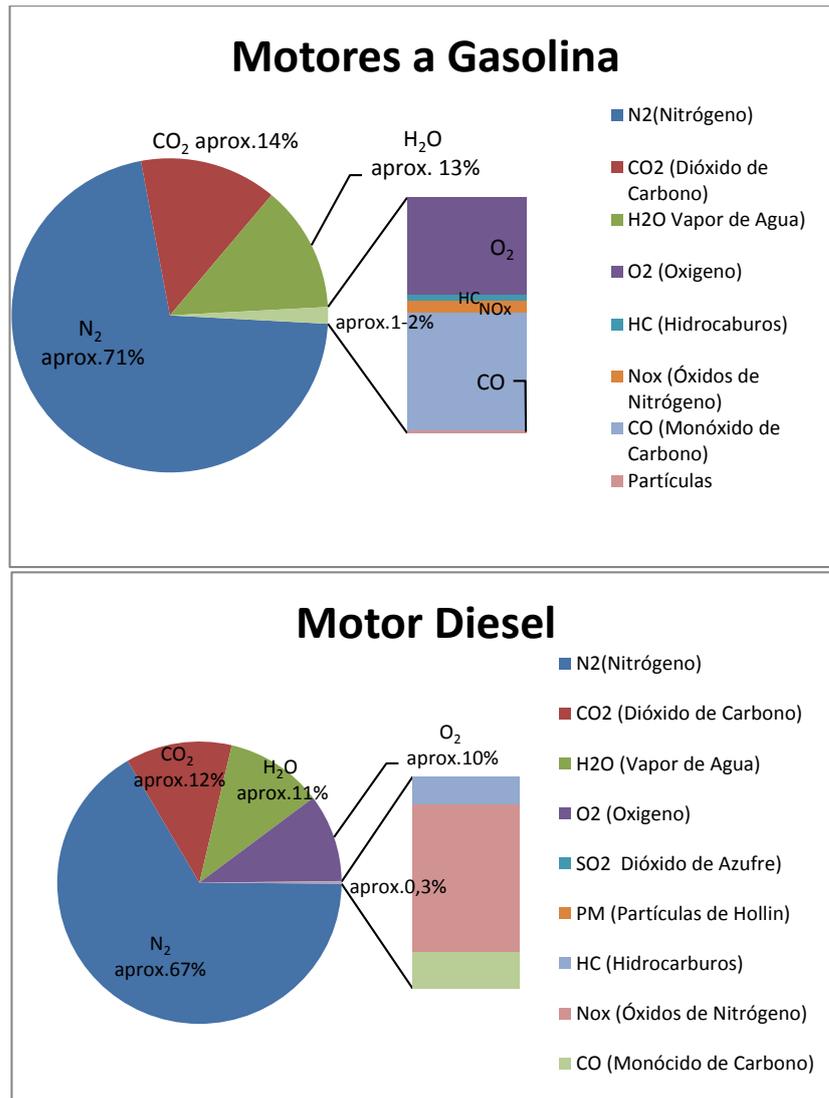


Figura 3: Composición de gases de escape

Fuente : Los Autores

En la tabla 1.2 y en la figura 1.3 se observa que las emisiones de gasolina contiene mayor porcentaje de monóxido de carbono que es de los gases más peligrosos para la salud humana.

En nuestro país hay en circulación vehículos de combustible diesel de generaciones anteriores que emiten gran cantidad de partículas de dimensiones mayores a las de gasolina que permanece en el ambiente y pueden penetrar profundamente en los pulmones.

### 1.2.3.1 Gases contaminantes y sus efectos en la salud

#### 1.2.3.1.1 Monóxido de carbono (CO)

Se mide en ppm (partículas por millón), es un gas inodoro, incoloro e insípido cuya densidad es menor a la del aire, se origina por una combustión incompleta del combustible.

Este gas es emitido principalmente por los vehículos y ocasiona intoxicaciones dentro de la población o trabajadores que realizan actividades en donde se emita este gas.

- Efectos en la salud: Al unirse con la hemoglobina forma el carboxihemoglobina (HbCO), lo que ocasiona una dificultad para transportar oxígeno en la sangre. La intoxicación por CO es la causa más frecuente de muerte.

La interferencia que produce el CO en el transporte de oxígeno, puede en exposiciones agudas a altas concentraciones de CO causar directamente la muerte del individuo

Dentro de los síntomas que presenta en la persona son: la disminución de los reflejos, disminución de las funciones neuroconducturales, en personas con problemas cardiovasculares provoca el aumento de angina, en mujeres en etapa de gestación afecta el crecimiento y desarrollo mental del feto. La tabla muestra los efectos en la salud según el nivel de contaminación.

Tabla 3: Niveles de monóxido de carbono

<b>NIVEL (ppm)</b>	<b>EFECTO FISIOLÓGICO</b>
200 por 3 horas o 600 por una hora	Dolor de cabeza
500 por una hora o 1000 por 30 minutos	Mareos, zumbido de oídos, náuseas, palpitaciones, embotamiento
1500 por una hora	Sumamente peligroso para la vida
4000	Colapso, inconciencia, muerte

Fuente: (Palate Gaybor, 2005)

### 1.2.3.1.2 Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

“Los óxidos de nitrógeno no sólo irritan la mucosa sino que en combinación con los Hidrocarburos contenidos en el smog y con la humedad del aire producen Ácidos Nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida y contaminan grandes áreas, algunas veces situadas a cientos de kilómetros del lugar de origen de la contaminación”<sup>8</sup>.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
Óxidos de Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta un color amarillento.</li> <li>• Se originan en combustiones a altas temperaturas.</li> <li>• La principal fuentes de emisión de estos gases son los vehículos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación en la piel</li> <li>• Irritación en las mucosas</li> <li>• Produce un aumento en el metabolismo</li> <li>• Afecta las células en el pulmón</li> <li>• Al unirse con la hemoglobina forma metahemoglobina que provoca enfisema, bronquiolitis, obliterante y fibrosis bronquiolar.</li> </ul>

<sup>8</sup> © AS S.L.U. (2014). <http://www.as-sl.com/>. Recuperado el 23 de 02 de 2015, de [http://www.as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](http://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf)

### 1.2.3.1.3 Hidrocarburos (HC)

Dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El Benceno, por ejemplo, es venenoso por sí mismo, es uno de los múltiples causantes de cáncer.

“Su presencia se debe a los componentes incombustibles de la mezcla o a las reacciones intermedias del proceso de combustión, las cuales son también responsables de la producción de Aldehídos y Fenoles.”<sup>9</sup>

GAS	CARACTERÍSTICAS	EFECTOS EN LA SALUD
Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son compuestos que se derivan del petróleo</li> <li>• contienen hidrogeno y carbono</li> <li>• Se miden en ppm (partículas por millón)</li> <li>• Los mayores emisores de hidrocarburos son los medios de transporte que utilizan derivados del petróleo para su funcionamiento (motores de combustión interna)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los hidrocarburos son considerados cancerígenos</li> <li>• La presencia de Benceno dentro de ellos provoca en la salud humana irritación de piel, ojos y conductos respiratorios</li> <li>• En caso de que los niveles sean altos, produce dolores de cabeza, náuseas y provoca cáncer</li> </ul>

<sup>9</sup> © AS S.L.U. (2014). <http://www.as-sl.com/>. Recuperado el 23 de 02 de 2015, de [http://www.as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](http://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf)

**1.2.3.1.4 Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es un gas inerte se encuentra en el aire que respiramos con una concentración del 79%. Debido a las altas temperaturas de trabajo del motor, el nitrógeno se oxida formando pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFECTOS EN LA SALUD</b>
Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un gas incoloro</li> <li>• Inodoro</li> <li>• Es un componente esencial en la composición del aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se mezcla con la hemoglobina de la sangre produce una disminución en la capacidad de transportar el oxígeno por la sangre</li> <li>• Se origina una disminución en el funcionamiento de la glándula Tiroidea</li> <li>• Déficit de vitamina A</li> <li>• Produce nitrosaminas que son conocidas por causar cáncer en las personas.</li> </ul>

### 1.2.3.1.5 Oxígeno (O)

El Oxígeno es indispensable para la combustión y está en el aire en una concentración del 21%. Si la mezcla es muy rica o muy pobre, el oxígeno no podrá oxidar todos los hidrocarburos y será expulsado con el resto de los gases de escape.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
Oxigeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oxígeno un gas insípido</li> <li>• Incoloro e inodoro</li> <li>• Es necesario al momento de realizar la combustión</li> <li>• En una combustión incompleta este gas es expulsado con el resto de gases de escape.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oxígeno solo es perjudicial para la salud cuando se encuentra a temperaturas altas caso contrario en inofensivo</li> </ul>

### 1.2.3.1.6 Vapor de Agua (H<sub>2</sub>O)

El vapor de agua se produce por la combustión, mediante la oxidación del hidrógeno, y se libera junto con los gases de escape.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
Oxigeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oxígeno un gas insípido</li> <li>• Incoloro e inodoro</li> <li>• Es necesario al momento de realizar la combustión</li> <li>• En una combustión incompleta este gas es expulsado con el resto de gases de escape.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oxígeno solo es perjudicial para la salud cuando se encuentra a temperaturas altas caso contrario en inofensivo</li> </ul>

**1.2.3.1.7 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

El Dióxido de Carbono producido por la combustión completa del Carbono no resulta nocivo para los seres vivos y sirve para la fotosíntesis de las plantas.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
Dióxido de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un gas incoloro</li> <li>• Se da por el resultado de la combustión dentro del motor</li> <li>• Este es uno de los causantes del efecto invernadero en nuestro planeta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no es toxico pero si es uno de los gases que producen el efecto invernadero</li> <li>• Es usado por los humanos en bebidas refrescantes, gaseosas y en sistemas de seguridad como los extintores.</li> </ul>

**1.2.3.1.8 Partículas de Hollín.**

Dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. Su presencia se debe a los componentes incombustibles de la mezcla o a las reacciones intermedias del proceso de combustión.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
Partículas de hollín	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producidas generalmente por los motores Diésel</li> <li>• Son partículas microscópicas que quedan suspendidas en el aire</li> <li>• Además que contribuyen al efecto invernadero impidiendo la salida del calor a la superficie terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mitad de las partículas de hollín que son expulsadas por la combustión de los motores diésel permanecen dentro del cuerpo humano, lo cual provoca cáncer de pulmón, enfermedades pulmonares y cardíacas.</li> </ul>

#### 1.2.3.1.9 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

El dióxido de azufre presente en los gases de escape es el resultado de los contenidos de azufre en los combustibles derivados del petróleo. Se encuentra en pequeñas partes en los gases pero este no presenta conversión con un catalizador.

<b>GAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EFFECTOS EN LA SALUD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dióxido de azufre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un gas resultante de la combustión</li> <li>• No inflamable y tiene un olor sofocante</li> <li>• Es soluble en agua</li> <li>• Cuando se oxida forma el SO<sub>3</sub> lo cual puede dar formación al ácido sulfúrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce la bronco constricción y la estimulación de las secreciones mucosas así como también produce una alteración en la función pulmonar.</li> </ul>

## 1.2.4 Normas de emisiones

### 1.2.4.1 Norma establecida por la OMS

En la tabla se muestra los límites para gases presentes en las emisiones de escape a los que las personas se pueden exponer según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Tabla 1.4 Límites OMS.

SUSTANCIA	FUENTE	LIMITE "OMS"
Monóxido de Carbono (CO)	90% emitido por el sector transporte; 65% vehículos motorizados	100 mg/m <sup>3</sup> durante 15 minutos - 10 mg/m <sup>3</sup> durante 8 horas.
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	47% emitido por vehículos motorizados	400 ug/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> durante 1 hora 150 ug/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> durante 24 horas
Ozono (O <sub>3</sub> )	Provocado por la interacción de HC y Nox	150-200 ug/m <sup>3</sup> durante 1 hora
Plomo (Pb)	Proviene del aditivo del petróleo	0,5-1,0 ug/m <sup>3</sup> durante 1 año
Hidrocarburos (HC)	50% emitidos por automóviles	No existe límite especificado
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Vehículos y evaporación del petróleo	La OMS no acepta ningún nivel seguro.
Material Particulado (Hollín)	Vehículos, Industrias y Fuentes Domésticas	La OMS no acepta ningún nivel seguro.

Fuente: <http://www.oocities.org/es/ecored2000/hollin.html>. 19/ 05 /2014

### 1.2.4.2 Norma Ecuatoriana para calidad del aire ambiente

Esta norma se refiere la calidad de aire en lugares de trabajo, se encuentra en el texto unificado del Ministerio del Ambiente (Libro VI Anexo 4). Esta norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Tabla 5: Límites Norma Ecuatoriana para calidad de aire ambiente.

SUSTANCIA	LÍMITE
Partículas sedimentables	1 mg/cm <sup>2</sup> por 30 días
Material particulado menor a 10 micrones (PM10)	50 µg/m <sup>3</sup> promedio aritmético de la concentración por un año. 150 µg/m <sup>3</sup> durante 24 horas.
Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5)	15 µg/m <sup>3</sup> promedio aritmético de la concentración por un año. 65 µg/m <sup>3</sup> durante 24 horas.
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	80 µg/m <sup>3</sup> promedio aritmético de la concentración por un año. 350 µg/m <sup>3</sup> durante 24 horas.
Monóxido de carbono (CO)	40 000 µg/m <sup>3</sup> en 1 hora 10 000 µg/m <sup>3</sup> durante 8 horas
Ozono (O <sub>3</sub> )	160 µg/m <sup>3</sup> en 1 hora 120 µg/m <sup>3</sup> durante 8 horas
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	100 µg/m <sup>3</sup> promedio aritmético de la concentración por un año. 150 µg/m <sup>3</sup> durante 24 horas.

Fuente: Texto Unificado del Ministerio de Ambiente. (Libro VI anexo 4)

#### 1.2.4.3 Norma NTE INEN 2 204:2002 en cuanto a emisiones de vehículos a gasolina.

Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella.

“Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para los ciclos FTP 75, ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC, SHED (EEC 91/441 y 93/59 EEC); según las características del vehículo”.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> NTE INEN, 2. 2. (2002). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002. En Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres a gasolina. Quito.

Dentro de nuestro país, la entidad encargada de regular y establecer las normas en cuanto al control de emisiones en la INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). A continuación se muestra una tabla de los niveles permitidos para vehículos a gasolina, dicha tabla es obtenida mediante una prueba estática es decir con motor a ralentí o marcha mínima.

Tabla 6: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200

\* Volumen  
\*\*Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Fuente. Norma NTE INEN 2 204:2002

#### 1.2.4.4 Norma NTE INEN 2 207:2002 en cuanto a emisiones de vehículos a diesel

- Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos Americanos FTP-75.

Tabla 7: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles a diesel (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000(ciclos americanos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos Livianos	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62	0,12	FTP - 75
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75	0,16	
		> 1 700 ≤ 3 860	6,2	0,5	1,1	0,28	
Vehículos Pesados**	> 3 860	Todos	15,5	1,3	5,0	0,10***	Transiente pesado

\* prueba realizada a nivel del mar  
\*\* en g/bHP-h (gramos / brake Horse Power-hora)  
\*\*\* para buses urbanos el valor es 0,07 g/bHP-h

Fuente: Norma NTE INEN 2 207:2002

## 1.2.5 Formas para cuantificar los gases contaminantes

### 1.2.5.1 Métodos para medición de contaminantes en el ambiente de trabajo

Los métodos de medición de concentración de contaminantes están descritos en la norma ecuatoriana de calidad de aire el libro VI anexo 4 del texto unificado del Ministerio del Ambiente.

Tabla 8: Métodos para medición de concentración de gases.

Contaminante	Nombre del Método
Material Particulado PM10	<b>Nombre:</b> Método Gravimétrico, mediante muestreador de alto caudal o de bajo caudal.
Material Particulado PM2,5	<b>Nombre:</b> Método Gravimétrico, mediante muestreado de bajo caudal.
Monóxido de Carbono	<b>Nombre:</b> Analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR)
Ozono	Nombre: Quimioluminiscencia Fotómetro ultravioleta
Óxidos de Nitrógeno (como NO <sub>2</sub> )	<b>Nombre:</b> Quimiluminiscencia

Fuente: Los Autores

### 1.2.5.2 Procedimiento para medición de emisiones de un motor de combustión interna

Para la medición de la concentración de los principales gases contaminantes emitidos por el motor de un vehículo se utiliza un equipo especial y siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTE INEN 2 203: 2000 para la determinación de la concentración mediante una prueba estática en vehículos:

- Primero el equipo de medición tiene que estar en un periodo de calentamiento y estabilización de acuerdo al fabricante del mismo.

- Verificar que la parte metálica de la sonda esté libre de agentes contaminantes para evitar errores en la toma de datos.
- Revisar que el vehículo que va a ser sometido a las pruebas este en posición de neutro.
- Revisar que los accesorios del vehículo como luces, radio, etc. estén apagados.
- Revisar que el sistema de escape no presente fugas.
- Verificar que el nivel de aceite del motor sea el correcto.
- Encender el motor y verificar que este a la temperatura normal de funcionamiento
- Verificar que el motor esté funcionando a las revoluciones correctas para ralentí.
- Una vez que el motor está a la temperatura normal de funcionamiento, colocar la sonda en el punto de salida del sistema de escape y que se mantenga ahí hasta que dure la prueba.
- Esperar que el equipo analice los datos.



Figura 4: Medición de gases

Fuente: Los Autores

### 1.2.5.2.1 Equipo para medición de concentración de gases

El equipo para realizar la toma de datos es un analizador de gases para vehículos a gasolina modelo Maha MGT5. Su funcionamiento está basado en la absorción de radiación infrarroja no dispersa, para el análisis de los gases en motores de ciclo Otto.

Constituido por una estructura de acero móvil, basado en la concepción del opacímetro MDO2 LON, se puede realizar la combinación multifuncional para realizar el análisis de los gases de motores a gasolina.

Características del analizador de gases MAHA MGT5 (fig. 1.5)

- Capacidad para medir hasta 5 gases: CO, CO<sub>2</sub>, HC, O<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>.
- Analizador con carcasa de acero.
- Revestimiento protector de plástico.
- Filtros principales combinados / separador activo de agua, sensor extremo de oxígeno, filtro de carbón activado, conexión de calibración de gases.
- Tubo de sonda flexible y de alta calidad (longitud 8m) equipado con pre filtro.
- Sonda de gases de escape de acero afinado (longitud 400mm) con tubo de toma flexible de acero trenzado, y con grapa reten y pieza de cierre.
- Manguera de escape del condensado (longitud 500mm)



Figura 5: Analizador de gases MAHA MGT 5

Fuente: Los Autores

### 1.2.5.2.2 Analizadores de última tecnología

El principio de funcionamiento de la mayoría de analizadores de gases es el mismo, pero hoy en día ciertas marcas presentan innovaciones en sus diseños. A continuación se muestra las características de uno de ellos

- Se puede conectar a la batería del vehículo.
- Mayor precisión en la toma de datos
- Tamaño reducido
- Supera la precisión de las normas internacionales ASM/BAR97, ISO3930 y OIML R99 clase 0.
- Incluye pantalla digital para una fácil visualización de los datos obtenidos
- Display grande y luminoso
- Alimentación 110/220 Vca o 12 Vcc

En la figura 6 se muestra un equipo con las características antes mencionadas



Figura 6: Analizador GasCheck

Fuente: <http://gascheck.com.ar/> Consultado el 30/05/2014

Este equipo presenta lecturas más exactas, pero su costo es elevado por lo que en la mayoría de talleres ocupan equipos de similares características, como es el caso del analizador que utilizaremos, un modelo MAHA MGT 5.

### 1.2.6 Contaminación en el taller IMA

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacionales (NIOSH, por sus siglas en inglés) en conjunto con otras entidades como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) hicieron una publicación: “Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono

producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina” en la que se realizaron mediciones ambientales y modelado de acumulaciones rápidas de CO documentadas.

“Los ingenieros de NIOSH modelaron el tiempo requerido para que un motor de gasolina de 4 ciclos y 5 caballos de fuerza alcanzara la concentración de CO (máxima permitida) de 200 ppm y 1,200 ppm de IDLH (concentración que podría provocar la muerte o efectos irreversibles sobre la salud) para cuartos con tamaños de 28 a 2,832 metros cúbicos (1,000 a 100,000 pies cúbicos) y promedios generales de ventilación de 1 a 20 cambios de aire por hora [ACGIH 1992b]. El promedio de producción de CO usado en el modelo era de 670 gramos/caballos de fuerza-hora basándose en datos obtenidos de un estudio de la EPA (Environmental Protection Agency) de 1991 [EPA 1991b]. Se supuso que la mezcla era la ideal. Bajo condiciones reales, si la mezcla fuera deficiente, podrían presentarse concentraciones peligrosas más rápidamente. En un cuarto pequeño de 28 metros cúbicos (1,000 pies cúbicos), se alcanzó la concentración de 200 ppm en el cielo raso aproximadamente en 0.1 de minuto, y el IDLH se alcanzó en menos de 1 minuto en todas las magnitudes de flujo de aire. En el cuarto mediano de 283 metros cúbicos (10,000 pies cúbicos), se alcanzó el IDLH aproximadamente en 7 minutos por 1 cambio de aire y aproximadamente en 10 minutos por 5 cambios de aire. Estos modelos demuestran que para los cuartos hasta de 283 metros cúbicos (10,000 pies cúbicos), el límite máximo de NIOSH de 200 ppm se excedió en menos de 2 minutos, aun con promedios de ventilación general hasta de 20 cambios de aire por hora.”<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> (NIOSH), I. N. (Diciembre de 1996). *www.cdc.gov*. Recuperado el 07 de Abril de 2015, de [http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118\\_sp/](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118_sp/)

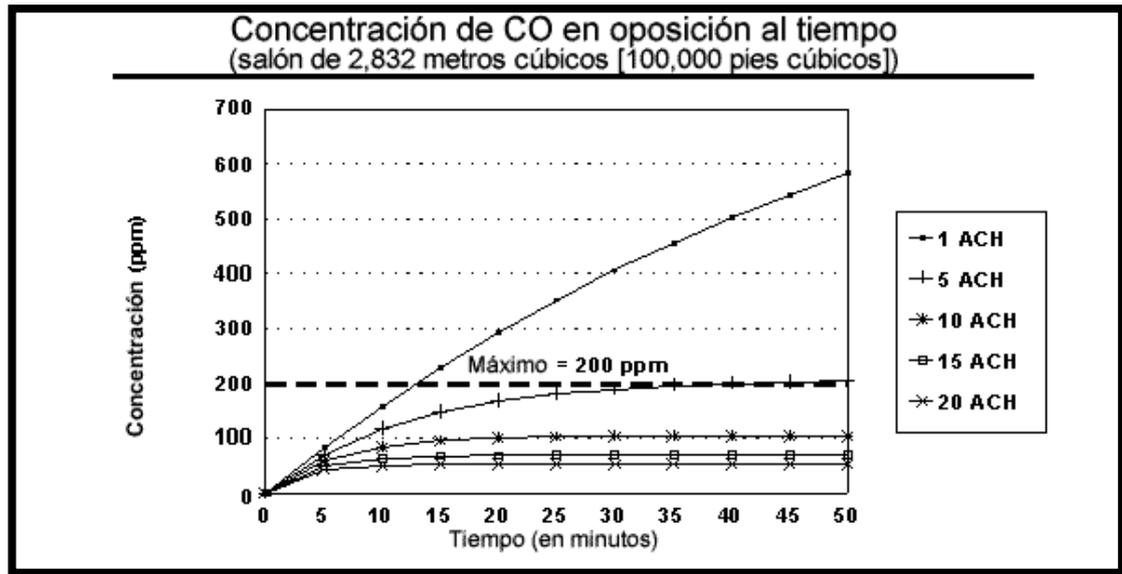


Figura 7: Concentraciones de CO calculadas que genera un motor de gasolina de 4 ciclos y 5 caballos de fuerza en un salón de 2832 metros cúbicos (100.000 pies cúbicos) con varios cambios de aire por hora.

Fuente: publicación N.º 96-118 (NIOSH 1996)

El gas principal que se toma en cuenta para esto es CO pues es el más tóxico para las personas, además si se garantiza la dilución del CO se garantiza también el control del resto de componentes de los gases de escape como hidrocarburos y demás.

Teniendo en cuenta el estudio realizado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacionales para compararlo luego con el taller IMA. Se procede a calcular el nivel de contaminación presente dentro del taller de Mecánica Automotriz de la Universidad del Azuay, teniendo en cuenta que la concentración de los gases aumenta conforme el tiempo que se mantenga los motores encendidos dentro del taller.

Para este diseño resulta de mayor importancia la cantidad de gases que están dentro del taller mas no la concentración de gases presentes en el mismo, pues el objetivo es la evacuación forzada de la totalidad de gases emitidos. Se tomara para el ejemplo cuatro motores con cilindrada de 4000cc y a 4000 rpm encendidos dentro del taller por una hora.

Tabla 9: Cantidad de contaminantes en el taller

	CRITERIO DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
caudal	$Q = V_{GR} \times cpm$	$Q = \frac{m^3}{min}$ $V_{GR} = m^3$	$V_{GR} = 2,6 \times 10^{-3} m^3$  $cpm = 2000$	$V_{GR} = \text{Volumen de gases}$  $Q = \text{Caudal}$  $cpm = \text{Ciclos por minuto}$	$5,2 \frac{m^3}{min}$
caudal total	$Q_T = Q \times N$	$N = \text{unidades}$ $Q = \frac{m^3}{min}$ $Q_T = \frac{m^3}{min}$	$N = 4$ $Q = 5,2 \frac{m^3}{min}$	$N = \text{motores en funcionamiento}$ $Q = \text{caudal}$ $Q_T = \text{caudal total}$	$20,8 \frac{m^3}{min}$

Fuente: Los autores

Como se observa en la tabla se tiene  $20,8 m^3$  de gases de escape dentro del taller por cada minuto que se mantengan encendidos los motores. Con ayuda de los planos se calcula un valor aproximado del volumen de aire contenido en el interior del taller.

Tabla 10. Concentración de gases por volumen

	CRITERIO DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Volumen del taller	$V = A \times h$	$A = m^2$ $V = m^3$	$A = 907,65 m^2$ $h = 6 m$	$A = \text{Área del taller}$  $h = \text{altura}$  $V = \text{volumen del taller}$	$5445,9 m^3$
Concentración por hora	$C = \frac{Q_T \times 60 min}{V} \times 100$	$C = \%$ $Q_T = \frac{m^3}{min}$  $V = m^3$	$Q_T = 20,8 \frac{m^3}{min}$  $V = 5445,9 m^3$	$C = \text{concentración en una hora}$ $Q_T = \text{Caudal de gase}$	$22,91 \%$

Fuente: Los autores

Como se puede ver en la tabla los gases se quedan en el interior del taller a razón del 22, 91 por ciento de la cantidad total de aire por cada hora de funcionamiento de los motores lo que obviamente afecta de forma directa a los ocupantes del mismo.

Tomando en cuenta la figura 1.7 un motor a gasolina de 4 ciclos y 5 caballos de fuerza se llega al límite de concentración en aproximadamente 10 minutos para un cuarto de 2832 metros cúbicos, en este caso tenemos el doble de volumen en el taller (5445,9m<sup>3</sup>) pero se tiene cuatro motores de vehículo de no menos de 100 caballos de fuerza funcionando por lo tanto se ratifica el nivel de contaminación existente sin un sistema de evacuación,



Figura 8: Taller IMA

Fuente: Los Autores

Cada gas presenta un peso diferente, por lo tanto los más pesados permanecen cerca al suelo como es el caso del hollín, como se aprecia en la figura 9.

	kg/m <sub>3</sub>
<b>HIDROCARBUROS ALCANOS (METANO, ETANO, PROPANO. ETC)</b>	<b>0,6</b>
<b>HIDROCARBUROS ALQUENOS (ETILENO, PROPILENO, BUTENO, ECT.)</b>	<b>0,7</b>
<b>HIDROCARBUROS AROMATICOS (BENCENO)</b>	<b>0,89</b>
<b>MONOXIDO DE CARBONO</b>	<b>1,145</b>
<b>OXIDO DE NITROGENO</b>	<b>1,2228</b>
<b>NITROGENO</b>	<b>1,2506</b>
<b>OXIGENO</b>	<b>1,429</b>
<b>DIOXIDOS DE NITROGENO</b>	<b>1,449</b>
<b>DIOXIDO DE CARBONO</b>	<b>1,87</b>
<b>DIOXIDO DE AZUFRE</b>	<b>2,26</b>
<b>HOLLIN</b>	

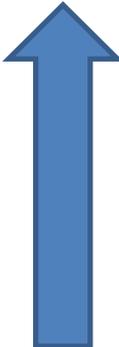


Figura 9: Distribución de gases de escape dentro del taller

Fuente: [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas).

Consultado 22/05/2014

### 1.3 Contaminación por ruido

#### 1.3.1 El ruido

“El ruido desde el punto de vista de la salud ocupacional se puede definir como el sonido que por sus características especiales resulta ser indeseado, molesto e incluso puede provocar daños a la salud. El estar expuesto a ruido por un largo periodo de tiempo puede desencadenar en una pérdida permanente de la audición, estas afecciones no son fáciles de reconocer y por lo general las personas se dan cuenta de su disminución de la capacidad auditiva cuando ya es irreversible.

Los efectos a largo plazo como la sordera no son los únicos efectos que produce el ruido pues también es grave y no cuantificado, las molestias que causa como mareos,

dolor de cabeza, trastornos gástricos y problemas de estrés que también a su vez representa problemas en el desempeño de las personas, falta de concentración y baja productividad.”<sup>12</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el oído humano puede tolerar 65 decibeles sin recibir daño a su salud. Y dependiendo del tiempo de exposición, ruidos mayores a los 60 decibeles pueden provocarnos malestares físicos como dolor de cabeza, pero si una persona se expone durante mucho tiempo a más de 85 decibeles puede incluso correr riesgos cardiovasculares.

### 1.3.1.1 Tipos de ruido

**Ruido Continuo:** es aquel cuyo nivel de presión sonora ( $L_p$ ) no varía en más de 5 dB durante las 8 horas laborables.

**Ruido Fluctuante:** la presión sonora varía continuamente y con apreciable extensión, durante el periodo de observación del ruido.

**Ruido Intermitente:** el nivel de presión sonora disminuye hasta llegar al nivel del ruido de Fondo, por repetidas veces mientras se realiza la observación, el nivel se mantiene superior al ruido de fondo por un tiempo de 1 segundo o más.

### 1.3.1.2 Combinación de sonidos

El ruido es una combinación de varios sonidos de distintas fuentes, pero el nivel de una combinación no es igual a la suma de los niveles individuales pues la intensidad se mide en unidades llamados decibelios (dB) o dB(A) que no es una escala lineal sino una escala logarítmica. Es decir, un pequeño aumento en el nivel de decibelios es, en realidad un gran aumento en el nivel de ruido.

Ejemplo, si tengo dos fuentes y cada una de ellas emite un nivel de ruido de 60 dB, el nivel de ruido que hacen juntas será igual a 63 dB (no a 160 dB que sería una escala

---

<sup>12</sup> Alvarez Heredia, F. (2006). *Salud Ocupacional / Francisco Alvarez Heredia*. Bogota: Ecoe Ediciones.

lineal). L1 es el mayor de los dos. La escala de la izquierda muestra el número de decibelios que hay que añadir al nivel más alto L1, para obtener el nivel de la combinación de L1 y L2.

Tabla 11: Tabla para calcular el nivel total cuando se sabe la diferencia de niveles

Diferencia entre niveles dB(A)	No. De dB(A) que deben sumarse al nivel superior
0	3.0
1	2.6
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
10	0.4
12	0.3
14	0.2

Fuente: Harris, C. M. (1995).

### 1.3.1.3 Nivel sonoro equivalente ( $L_{eq}$ o $L_p$ )

En la práctica el ruido se presenta como una mezcla de varios sonidos por lo tanto se toma el nivel de sonido equivalente el cual representa en un nivel de presión de sonido continuo constante la misma cantidad de energía que produjo el sonido continuo fluctuante medio durante el mismo tiempo de periodo.

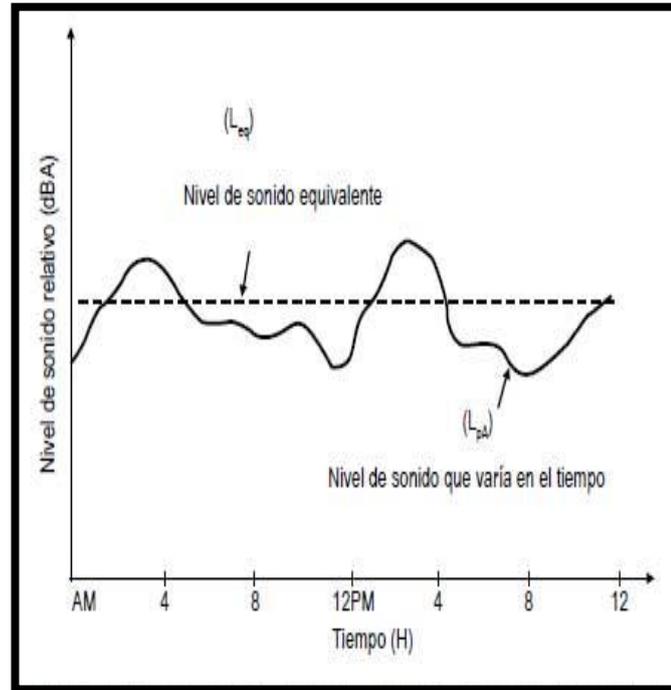


Figura. 10: Representación gráfica del nivel de sonido equivalente.

Fuente: (Plasencia Sánchez & Cabrera Carranza, 2009)

### 1.3.1.4 Efectos que produce el ruido

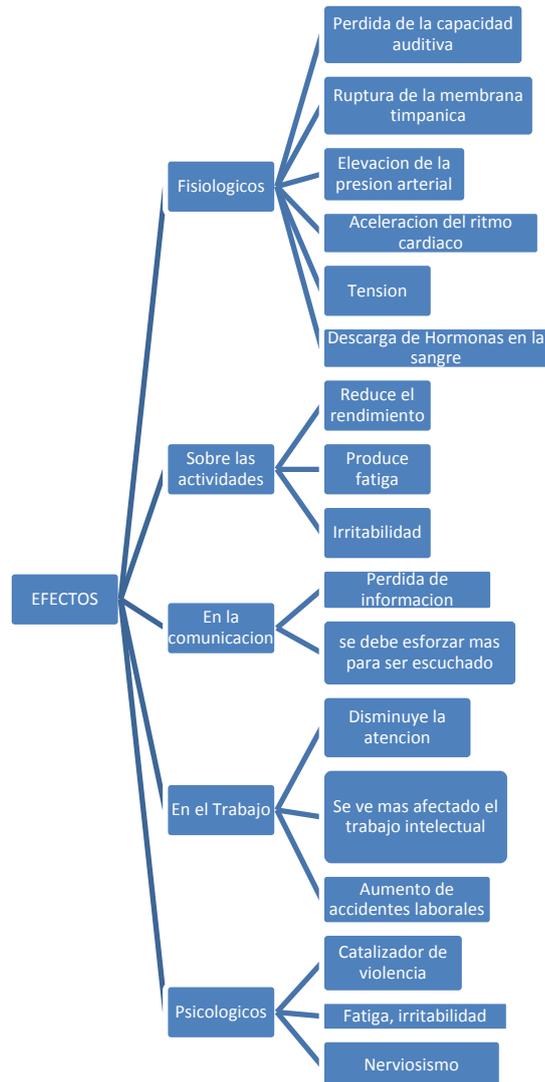


Figura 11: Efectos del ruido

Fuente: Los autores

### 1.3.2 Límites de ruido permisibles

En el territorio nacional está en vigencia la norma “LÍMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES” libro IV anexo 5 la cual es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y control de la Contaminación Ambiental.

La norma técnica determina o establece:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de ruido desde vehículos automotores.

- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

(Texto Unificado del Ministerio de Ambiente, Libro VI anexo 5)

### 1.3.2.1 Niveles Máximos de Ruido Permisibles según uso del Suelo

Tabla12: Niveles máximos de ruido permisibles según uso de suelo

NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO		
TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: libro VI anexo 5, Ministerio del Ambiente.(2013)

### 1.3.2.2 Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores

Tabla 13: Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores

NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES		
CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO dB(A)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
Vehículos de Carga:	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

Fuente: libro VI anexo 5, Ministerio del Ambiente(2013)

### **1.3.3 Nivel de ruido producido por los motores en el taller ima**

Se procederá a la medición del ruido producido por los motores que se encienden dentro del taller para comparar con las normas establecidas en el Libro VI Anexo 5 del Ministerio del Ambiente y posteriormente analizar la eficiencia del sistema planteado en cuanto a la reducción del ruido dentro del taller.

#### **1.3.3.1 Equipo utilizado para la medición del ruido**

##### **1.3.3.1.1 Sonómetro**

Es un instrumento utilizado para medir los niveles de presión sonora existente en un lugar y momento determinado. Hay que tener en cuenta que el ruido en un ambiente puede provenir de distintas fuentes y ser causado por distintos factores por lo que existen una variedad de sonómetros y normas para la medición.

Las normas IEC 60651 y la IEC 60804, emitidas por la IEC (International Electrotechnical Commission) o sus siglas en español CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), establecen las normas que deben seguir los fabricantes de los sonómetros con el fin de que todas las marcas y modelos proporcionen una misma medición ante un sonido dado. A partir del año 2003, la norma IEC 61672 unifica ambas normas en una sola.

- **Sonómetro de clase 0:** se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- **Sonómetro de clase 1:** permite el trabajo *de campo* con precisión.
- **Sonómetro de clase 2:** permite realizar mediciones generales en los trabajos *de campo*.
- **Sonómetro de clase 3:** es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

La norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3, restando exclusivamente las clases 1 y

2. Todos los sonómetros independientemente del tipo están formados por:

- Un micrófono con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiofrecuencias, generalmente, entre 8 Hz y 22 kHz.
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.
- Una unidad de lectura (vúmetro, led, pantalla digital, etc.).
- Muchos sonómetros cuentan con una salida (un conector jack, por lo general, situado en el lateral), que permite conectarlo con un osciloscopio, con lo que la medición de la presión sonora se complementa con la visualización de la forma de la onda.

### 1.3.3.1.2 Características del sonómetro utilizado Quest 2100

El equipo utilizado en la medición en el taller es un sonómetro QUEST 2100 que es de tipo 2. Con una pantalla de cristal líquido que proporciona lecturas con precisión de 0.1 dB, tiene indicador para cuando la batería esta baja (LOBAT). Interruptores deslizables y botones para una operación sencilla y comprensiva.



Figura 12: Sonómetro QUEST 2100

Fuente: Los autores

Tabla 14 Especificaciones Sonómetro QUEST 2100

Normativa	Tipo 2, ANSI S1.4-1983, IEC 60651-1979 EN60651
Intervalo de medición	3 de 70dB con selección entre 30 y 100dB, 50 y 120dB o 70 y 140dB.
Ponderación	“A” y “C”
Respuesta	Rápida y Lenta
Micrófono	Condensador prepolarizado (Electret) de 16mm. Impedancia 50 pF
Modos de operación	SPL (NPA), lectura continua de nivel de presión acústica, y MAX, que retiene nivel máximo encontrado renovándolo cuando encuentra un nivel más alto.
Temperatura de operación	-10°C a 50°C. De Almacenaje: -20°C a 60°C
Salidas AC y DC	Conexión estéreo de 3.5mm. La impedancia de salida DC es de 1,000ohms. Cada 0.167V cambia el equivalente a 10dB (1V/60dB) La impedancia de salida AC es de 1,000ohms. La salida es amplificada en la entrada de un detector RMS.
Humedad	0 a 95%, humedad relativa no condensada.
Alimentación	Una batería alcalina de 9V, que proporciona hasta 30 horas de operación.
Tamaño	7 x 18 x 3.5cm. Micrófono de 16mm.
Peso	300 gramos, incluyendo batería

Fuente: [http://www.grupomeyer.com/quest\\_1100\\_2100.php](http://www.grupomeyer.com/quest_1100_2100.php). 14/06/2014

### 1.3.3.2 Procedimiento para medición de niveles de ruido

Los procedimientos para la medición del ruido se encuentran en la norma vigente en el Ecuador establecido por el ministerio del ambiente.

#### 1.3.3.2.1 Medición de nivel ruido producido por fuentes fijas

La medición de ruido en ambientes exteriores se efectuara mediante un sonómetro normalizado y calibrado previamente, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en tipo de respuesta “S” (lenta). El sonómetro a utilizar debe cumplir con los requerimientos de tipo 0, 1 ó 2 establecidos por las normas IEC.

El micrófono debe estar ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5m del suelo, y una distancia de por lo menos tres metros de las paredes u objetos que puedan reflejar el sonido.

El equipo no debe estar expuesto a vibraciones mecánicas que afecten la medición en caso de existir se debe utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento.

#### 1.3.3.2 Medición de niveles de ruido producido por vehículos

La medición se efectuara con el vehículo estacionado, a su temperatura normal de funcionamiento y acelerado a 3/4 de su capacidad. Se efectuara mediante un sonómetro normalizado y calibrado previamente, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en tipo de respuesta lenta.

El micrófono se ubica a una distancia de 0,5m del tubo de escape del vehículo, y a una altura correspondiente a la salida del tubo de escape, pero en ningún caso será inferior a 0,2m. El micrófono formara un ángulo de 45 grados con el plano vertical que contiene la salida de los gases de escape. En el caso de vehículos con descarga vertical de los gases de escape el micrófono se ubica a la altura del orificio de escape, orientado hacia lo alto y manteniendo el eje vertical y a 0,5m del lado más cercano del vehículo.



Figura 13: Medición de nivel de ruido.

Fuente: Los Autores

### 1.3.3.3 Datos obtenidos

Una vez medidos los niveles de ruido de las maquetas del taller y de vehículos dentro del taller siguiendo el procedimiento indicado anteriormente se ha obtenido los siguientes resultados:

Tabla 1.15: Niveles de ruido de maquetas y vehículos dentro del taller

N°	Fuente	Nivel de Ruido (dB)
1	Maqueta Isuzu G200	88.9
2	Maqueta Nissan A12	87
3	Maqueta Toyota 3K	89.5
4	Maqueta Toyota 4K	86.7
5	Vehículo	85

Fuente: Los autores

Para obtener el nivel de ruido combinado producido por las maquetas y los vehículos encendidos en el taller se utiliza la figura 1.3 explicada anteriormente:

$$L1 - L2 = 88.9 - 87 = 1.9 \text{ dB}$$

$$L1-2 = L1 + 2.1 = 88.9 + 2.1 = 91 \text{ dB}$$

$$L1-2 - L3 = 91 - 89.5 = 1.5 \text{ dB}$$

$$L1-3 = L1-2 + 2.4 = 91 + 2.4 = 93.4 \text{ dB}$$

$$L1-3 - L4 = 93.4 - 86.7 = 6.7 \text{ dB}$$

$$L1-4 = L1-3 + 0.8 = 93.4 + 0.8 = 94.2 \text{ dB}$$

$$L1-4 - L5 = 94.2 - 85 = 9.2 \text{ dB}$$

$$L1-5 = L1-4 + 0.4 = 94.2 + 0.4 = 94.6 \text{ dB}$$

Sumando los niveles de ruido individuales se obtuvo que el ruido producido por las maquetas y vehículos es de 94.2 decibeles mientras que lo máximo permitido por la

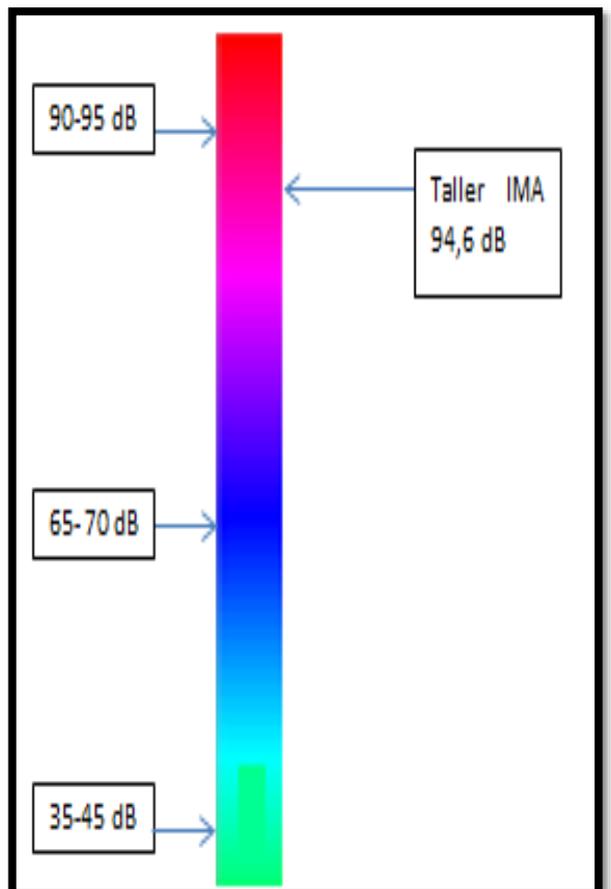


Figura 14: Nivel de ruido

Fuente: Los autores

norma en el horario de clase de la Universidad está entre 70 y 65 dB por lo tanto se comprueba el exceso de ruido dado en el taller y el peligro al que están expuestos los estudiantes, profesores y personal de la Universidad en horas de clases prácticas.

Tabla 16: Comparación De Niveles Medidos Con La Norma Establecida

Nivel De Ruido Medido en el Taller(dB)	Niveles máximos Permitidos En Zona Industrial (taller)	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
94.6	70	65

Fuente: Los Autores

## 2 CAPITULO 2

### DISEÑO DEL SISTEMA

#### 2.1 Alcance del diseño

La extracción de los gases de escape es la mejor manera para eliminar los gases y humos presentes en 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.

La razón más importante es la salud laboral que ha llevado a que algunos talleres incorporen sistemas de evacuación de gases de escape y reducción de ruido 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 reduciendo el daño en equipos electrónicos y lo más importante que sean inhalados por las personas que se encuentran dentro del laboratorio de mecánica automotriz.



Figura 15: Evacuación de gases

Fuente: <http://www.sumindustria.es/ProductosServicios/Ficha/2748>. 11/06/2014

### **2.1.1 Normativa**

Como normativa a seguir para este diseño se tendrá en cuenta el decreto 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo que dice:

“Cuando no pueda evitarse el desprendimiento de sustancias contaminantes, se impedirá que se difunda en la atmósfera del puesto de trabajo, implantando un sistema adecuado de ventilación localizada, lo más cerca posible de la fuente de emisión del contaminante, el que cumplirá con los requisitos: d) Se evitará en los puestos de trabajo que se exponga al personal a las corrientes dominantes del sistema de ventilación, para evitar que se sometan a concentraciones elevadas del agente agresivo.”<sup>13</sup>

### **2.1.2 Emplazamiento**

Los ductos de evacuación estarán instalados en las áreas del taller automotriz donde se encienden los motores que expulsan los gases de escape dentro del taller, estas son: el “Área de Motores” mostrada en la figura 2.2 en donde se realizan las prácticas con maquetas y la “Fosa” donde ingresan los vehículos para realizar ya sean prácticas, diagnóstico o revisión de los diferentes sistemas del vehículo mostrada en la figura 2.3

---

<sup>13</sup> Art.65 Sustancias Corrosivas, Irritantes Y Tóxicas; Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto 2393; numeral 4, literal d: pág. 28.

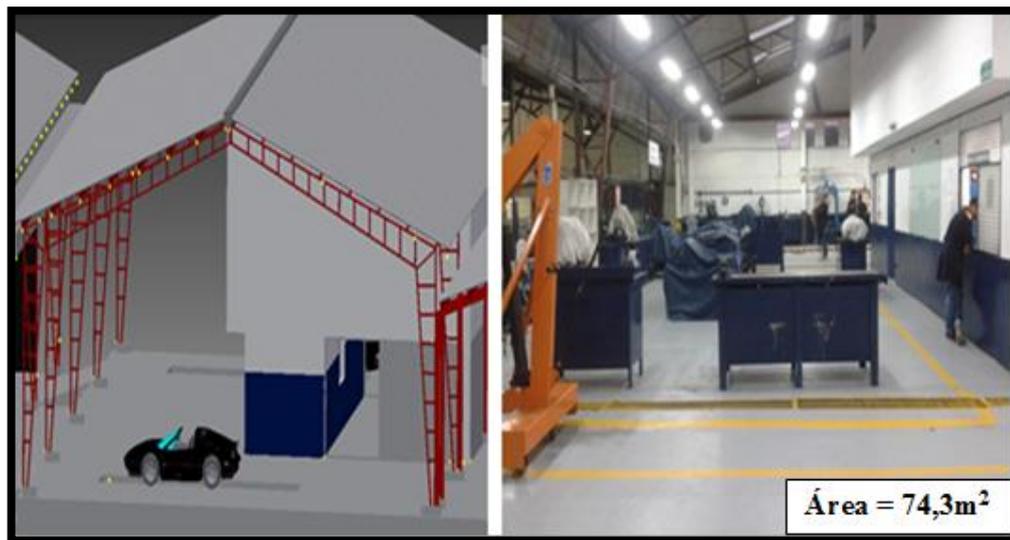


Figura 16: Taller Automotriz de la Universidad del Azuay, Área de Motores.

Fuente: Los autores



Figura 17: Taller Automotriz de la Universidad del Azuay, Fosa de entrada de Vehículos.

Fuente: Los autores

### 2.1.3 Criterios de diseño

Para instalar un sistema de evacuación de gases de escape y reducción de ruido en un taller, es importante conocer los diferentes tipos existente en el mercado y seleccionar el más conveniente que se adapte a las necesidades del taller y de las personas que ocupen el mismo.

### 2.1.3.1 Diseños de sistemas para evacuar gases de escape

En la actualidad existen diferentes diseños de sistemas para evacuar gases de escape y reducción de ruido dentro de los talleres automotrices, según el área de utilización se tiene diversos sistemas que se acoplan a los requerimientos de las instalaciones del taller.

- Extractor móvil de gases de escape del vehículo

Mediante este sistema se soluciona el problema de evacuar los gases durante pruebas en los motores en donde no existe sistema de evacuación fija. Una vez que son extraídos los gases, son expulsados mediante una manguera flexible.



Figura 18: Extractor móvil de gases de escape del vehículo

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html>. 11/06/2014

Tabla 17: extracción móvil de gases

	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Costo		X	Al no disponer este tipo de sistema en nuestro país, se tendría que realizar la importación del mismo lo cual acarrea un costo elevado
Mantenimiento	X		No presenta dificultad al momento de realizar mantenimiento, limpieza de filtros, revisión de mangueras.
Proveedores		X	Es una empresa extranjera a la cual se la debe contactar directamente sin intermediarios.
Instalación	X		No requiere mayores conocimientos para la instalación ya que es un sistema móvil.

Fuente: Los autores

- Sistema para evacuar gases de escape de vehículos montable en la pared

“Sistema que se puede colocar en paredes o techos del taller, su movimiento lo realiza de forma vertical y bajo condiciones pesadas de trabajo. Posee un carrete y se puede calibrar según las longitudes, además la manguera es flexible y de acero inoxidable resistente a las altas temperaturas y contiene acoples para una mejor evacuación de los gases de escape.”<sup>14</sup>

<sup>14</sup> AERSERVICE. (s.f.). *Grupo VirtualExpo*. Recuperado el 11 de junio de 2014, de [http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item\\_970687](http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item_970687)



Figura 19: Sistema para evacuar gases de escape de vehículos montable en la pared

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html> 11/06/2014

Tabla 18: sistema montable en la pared

	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Costo		X	Al no disponer este tipo de sistema en nuestro país, se tendría que realizar la importación del mismo lo cual acarrea un costo elevado además sus piezas son de materiales con un alto costo.
Mantenimiento		X	Sistema cuyo mantenimiento es costoso y con cierto grado de dificultad
Proveedores		X	Es una empresa extranjera a la cual se la debe contactar directamente sin intermediarios.
Instalación		X	Se debería realizar cambios en las instalaciones del taller lo cual ocasiona costos elevados.

Fuente: Los autores

- Sistema de evacuación de gases de escape deslizante

“Su uso se da en instalaciones de prueba o revisión, sistemas centralizados, áreas de funcionamiento múltiples en donde no se puede instalar un sistema fijo de evacuación de gases. Este sistema mejora la flexibilidad de las instalaciones de la planta en la parte automotriz, se pueden crear diversos tipos de líneas personalizadas según las necesidades del taller.”<sup>15</sup>



Figura 20: Sistema de evacuación de gases de escape deslizante

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html> 11/06/2014.

---

<sup>15</sup> AERSERVICE. (s.f.). *Grupo VirtualExpo*. Recuperado el 11 de junio de 2014, de [http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item\\_970687](http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item_970687)

Tabla 19: Sistema deslizando

	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Costo		X	Al no disponer este tipo de sistema en nuestro país, se tendría que realizar la importación del mismo lo cual acarrea un costo elevado
Mantenimiento	X		El mantenimiento no tiene mayor dificultad y no requiere ser estrictamente periódico, este será eventual.
Proveedores		X	Es una empresa extranjera a la cual se la debe contactar directamente sin intermediarios.
Instalación		X	Se debería realizar cambios en las instalaciones del taller lo cual ocasiona costos elevados.

Fuente: Los Autores

- Sistema de evacuación de gases de escape de vehículo (obra física)

Se instalan solo en casos en donde la construcción del taller no ha considerado una terminación del trabajo y del suelo. La ventaja es que cuando no se necesite, se guardará bajo el suelo, aprovechando el espacio físico.

Se recomienda en los siguientes casos:

- Disposición definida con cambios a futuro
- No más de cinco puntos de extracción a lo largo de la línea.
- Las trampas de la extracción se pueden instalar en las áreas que se protegen contra el movimiento constante de vehículos.

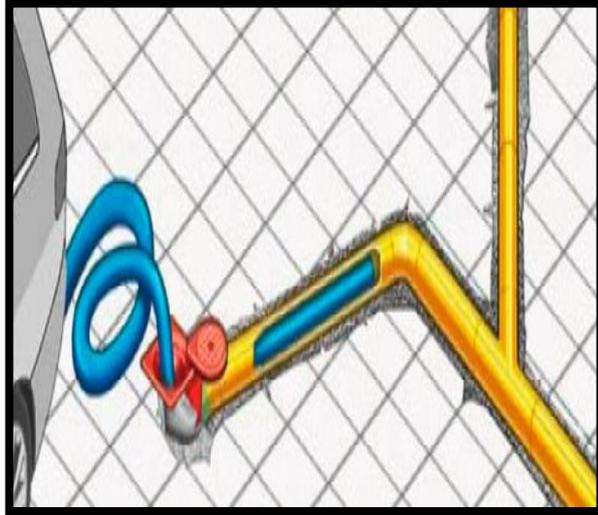


Figura 21: Sistema de evacuación de gases de escape de vehículo (obra física)

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html> 11/06/2014.

Tabla 20: Evacuación de gases mediante obra física

	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Costo		X	Si bien es un sistema ideal, los trabajos que se requieren para su instalación tienen un costo elevado
Mantenimiento	X		No presentan mayor mantenimiento debido a sus características de instalación.
Proveedores	X		En nuestro país existen empresas y personas que se dedican a realizar este tipo de instalaciones
Instalación	X		Las instalaciones no requieren mayor conocimiento y no presentan mayor grado de dificultad.

Fuente: Los autores

- Sistema que será implementado en el Taller IMA

Antes de realizar el diseño del sistema de evacuación de gases de escape y reducción de ruido, se analizó la importancia de la implementación de este sistema en el taller y los niveles de contaminación presentes en la actualidad.

Se utiliza un programa de diseño para el modelado de los elementos que forman parte del sistema de evacuación de gases. Posteriormente se utilizara el programa de elementos finitos para simular el comportamiento que tendrán los gases una vez puesto en marcha el sistema y con ello optimizar de mejor manera antes de su implementación dentro del taller automotriz.

En la figura 2.8 se muestra el modelado del taller IMA, esto se lo realiza con el fin de tener una mejor perspectiva de cómo se verá el sistema una vez instalado y que además permite identificar los cambios que se deberá realizar para dicha implementación.



Figura 22: Modelado del taller IMA

Fuente: Los autores

Tabla 21: Sistema implementado en el taller IMA

	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Costo	X		El sistema cumple con el objetivo satisfactoriamente y el costo en relación a los demás sistemas resulta mas económico.
Mantenimiento	X		No presentan mayor necesidad de mantenimiento debido a sus características de instalación.
Proveedores	X		Los materiales empleados para este diseño se los puede encontrar sin mayor dificultad en el mercado local.
Instalación	X		Las instalaciones no requieren conocimientos especiales y no presentan mayor grado de dificultad. Así también no se ven afectadas la demás áreas de trabajo dentro del taller.

Fuente: Los autores

Como lo muestra la tabla anterior, es un diseño con un costo elevado pero los beneficios son mucho mejores como se muestra a continuación:

- Tiempo de instalación del sistema mucho más rápido.
- Mejora en la estética del taller IMA.
- Materiales de fácil adquisición en el mercado.
- Reducción de los niveles de contaminación de gases y ruido.
- Fácil mantenimiento.
- No se ve afectada la infraestructura del taller.

### **2.1.3.2 Ayudas para el diseño de conductos**

### Diseño de codos

“Radio de Codos: Los codos deben tener un radio de curvatura entre 2 y 2,5 diámetros, excepto cuando el espacio disponible no lo permita. (Recomendado: radio de curvatura medio en el centro de 2 a 2,5 diámetro / Aceptable: radio de curvatura medio en el centro de 1,5 diámetro)

Relación de tamaño (W/D): Los codos deben ser de relaciones W/D y R/D mayores de I. Evitar los codos a escuadra. Si no se pueden evitar utilizarlos únicamente con aire limpio y equiparlos con alertas directrices. Consultar a los fabricantes los factores de pérdida de codos con alertas directrices.”<sup>16</sup>

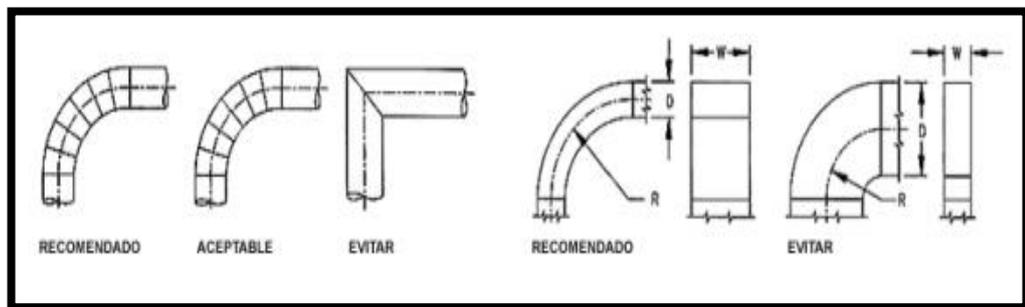


Figura 23: Recomendaciones para el diseño de Codos

Fuente: [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf) 20/06/2014

### Diseño de conductos con uniones laterales

Uniones de conductos laterales: Los conductos laterales se deben unir al principal en ensanchamientos progresivos con un ángulo de 30° o menor (recomendado), o hasta 45° si no hay espacio.

El ensanchamiento debe ser de 15° como máximo”.

<sup>16</sup> SODECA. (s.f.). ©2012 SODECA. Todos los derechos reservados. Recuperado el 20 de junio de 2014, de [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf)

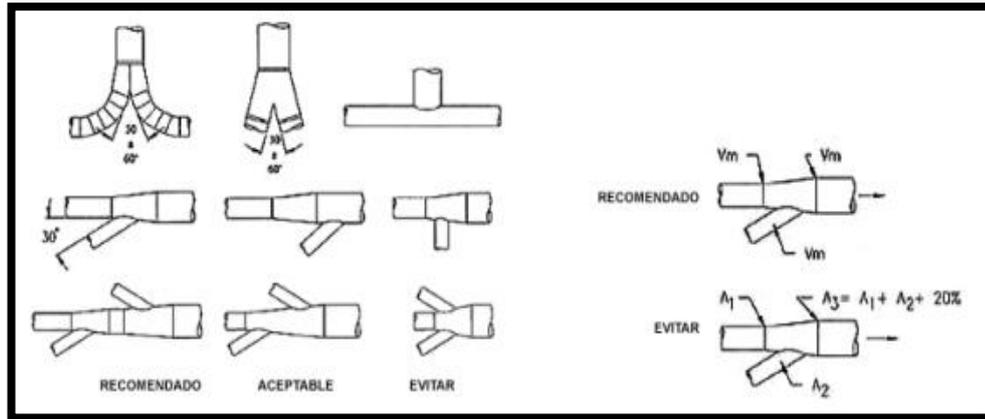


Figura 2.24: Recomendaciones para el diseño de Conductos con Uniones Laterales  
 Fuente: [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf). 20/06/2014

$V_m$ : Velocidad mínima de transporte

A: Sección del conducto

Tamaño correcto de los conductos: Dimensión del conducto para mantener la velocidad mínima de transporte o mayor.

**Diseño de la entrada de aire al ventilador**

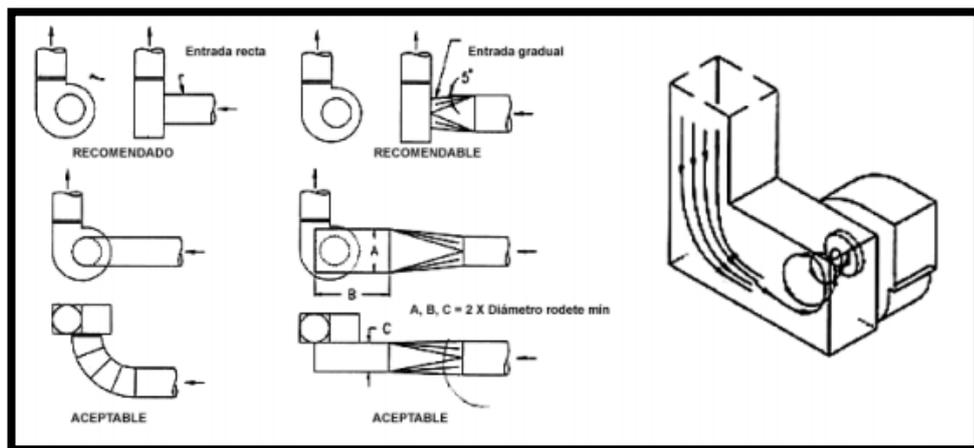


Figura 25: Recomendaciones para el diseño de la entrada de Aire al Ventilador  
 Fuente: [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf). 20/06/2014.

### Diseño de cambios de sección de conductos

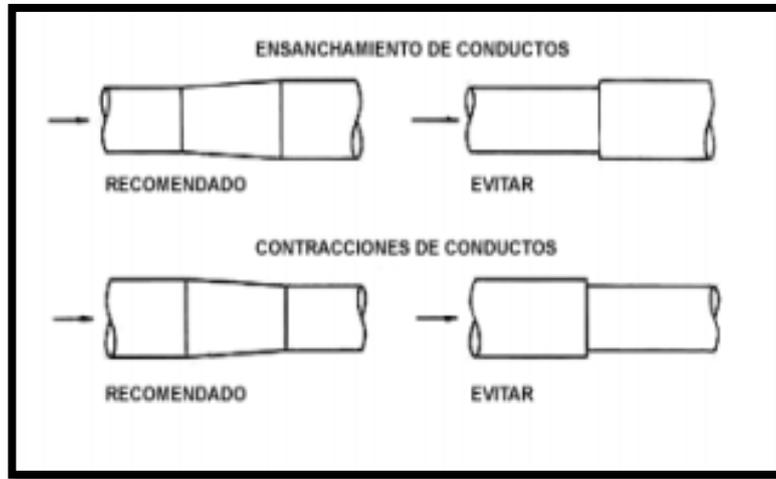


Figura 26: Recomendaciones para el diseño de Codos

Fuente: [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf). 20/06/2014

#### 2.1.3.3 Flujo en tuberías

“El flujo de líquidos o gases a través de tubos, ductos o conductos generalmente es utilizado en sistemas de calefacción, enfriamiento y en redes de distribución de fluido. Para el estudio del comportamiento de estos fluidos ya sean líquidos o gases se debe poner énfasis a la fricción que está relacionada directamente con la caída de presión y las pérdidas de carga.

En general los conductos de sección circular se los llama simplemente tubos y se usa en especial cuando el fluido transportado es un líquido ya que pueden resistir grandes diferencias de presión entre el interior y el exterior sin distorsión, y los conductos de sección no-circular (cuadrada, rectangular) se los llama simplemente ductos son usados generalmente cuando el fluido es un gas como los sistemas de calefacción y enfriamiento de edificios donde la diferencia de presiones interior y exterior son relativamente pequeñas y el espacio para la reparación es limitado”.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Cengel, Y. A. (2012). *Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones*. Mexico: Mc Graw Hill.

En nuestro medio los conductos de este tipo son hechos en talleres de caldería y el costo depende del área de material utilizado (costo por metro cuadrado). Los gases de escape que salen de los motores de vehículos, son expulsados con velocidad y temperatura alta. En ductos de sección cuadrada o rectangular, en las aristas de estos ductos se crea turbulencia que impide la salida rápida de los gases, es por eso que para el diseño se va a utilizar ductos circulares ya que además de una mejor estética para el taller los gases son extraídos de una mejor manera.

#### **2.1.3.4 Flujo turbulento en tuberías**

La mayor parte de fluidos con que se trabaja en la práctica son turbulentos. En flujo laminar, las partículas fluyen en orden a lo largo de trayectorias, y la cantidad de movimiento y la energía se transfieren a través de líneas de corriente mediante difusión molecular. En el flujo turbulento, los remolinos giratorios transportan masa, cantidad de movimiento y energía a otras regiones del flujo con mayor rapidez que la difusión molecular.

#### **2.1.3.5 Perfil de velocidad turbulenta**

En la figura se muestra los perfiles típicos de velocidad para flujo laminar y flujo turbulento totalmente desarrollado. En el flujo laminar el perfil de velocidad es parabólico mientras que en el flujo turbulento es mucho más plano con una caída violenta al llegar cerca a la pared de la tubería.

“Se puede dividir el flujo turbulento en cuatro regiones definidas por la distancia desde la pared:

- Capa Viscosa (o laminar, o lineal o de pared) aquí dominan los efectos viscosos, el perfil de velocidad es casi lineal y el flujo tiene corrientes muy cercanas al paralelismo como sucede en el flujo laminar.
- Capa de amortiguamiento los efectos de la turbulencia se vuelven significativos pero aun dominan los efectos viscosos.
- Capa de traslape (o transición) también llamada subcapa inercial, seguida de la capa de amortiguamiento, aquí los efectos de la turbulencia son mucho más significativos pero todavía sin dominar.

- Capa Turbulenta esta capa es todo el espacio restante desde la capa de traslape aquí los efectos turbulentos dominan sobre los efectos de la viscosidad (efectos de difusión molecular)”<sup>18</sup>

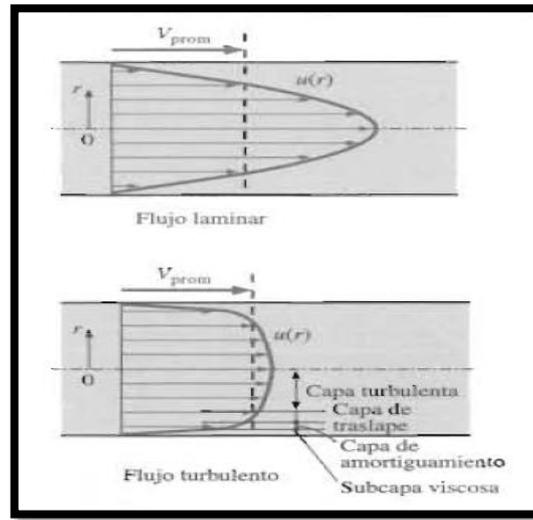


Figura 27: El perfil de velocidad en flujo totalmente desarrollado para tubería circular es parabólico regular para flujo laminar y es mucho más plano para el flujo turbulento.

Fuente: (Cengel, 2012)

### 2.1.3.6 Numero de reynolds

Para que el flujo pase de laminar a turbulento depende de la geometría del conducto, la velocidad del flujo, la temperatura de la superficie y el tipo de fluido, entre otros factores.

En la década de 1880, después de varios experimentos Osborne Reynolds descubrió que el régimen del flujo depende directamente de la razón entre las fuerzas inerciales y fuerzas viscosas. Esta razón se denomina el número de Reynolds y para flujo interno en una tubería circular se expresa como:

$$Re = \frac{\text{Fuerzas Inerciales}}{\text{Fuerzas Viscosas}} = \frac{V_{prom} D}{\nu} = \frac{\rho V_{prom} D}{\mu}$$

<sup>18</sup> Cengel, Y. A. (2012). *Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones*. Mexico: Mc Graw Hill.

Dónde:

$V_{prom}$  = Velocidad de flujo promedio (m/s)

$D$  = longitud característica de la geometría (Diámetro para sección circular, en m)

$\nu = \mu / \rho$  = viscosidad cinemática del fluido o difusividad viscosa ( $m^2/s$ )

El número de Reynolds en donde se transforma de flujo laminar a flujo turbulento se llama el flujo de Reynolds crítico,  $Re_{cr}$ . Este valor es diferente para distintas geometrías y condiciones de flujo pero para tubería circular el valor aceptado es  $Re_{cr} = 2300$ .

Para valores altos del número de Reynolds, las fuerzas inerciales son grandes en relación a las fuerzas viscosas por lo tanto las fuerzas viscosas no evitan las rápidas y aleatorias fluctuaciones en el fluido. Sin embargo, para valores del número de Reynolds pequeños o moderados, se entiende que las fuerzas viscosas son suficientes para suprimir estas fluctuaciones y mantener el fluido en régimen laminar. Por lo tanto tenemos que:

Tabla 22: Flujos

$Re \leq 2300$	Flujo Laminar
$2300 \leq Re \leq 4000$	Flujo Transicional
$Re \geq 4000$	Flujo Turbulento

Fuente: Los autores

En la práctica estos valores no pueden ser exactos pues depende de otros factores determinantes como la rugosidad de la superficie, las vibraciones de la tubería y las fluctuaciones en el flujo de entrada pudiendo tener flujo laminar con números de Reynolds más altos con tuberías muy lisas y evitando perturbaciones en la entrada.

### 2.1.3.7 Gas ideal

Antes de la implementación del sistema de evacuación de gases de escape, es necesario conocer sobre los gases y el comportamiento que estos van a tener dentro del sistema una vez en funcionamiento.

Gas ideal: Todo lo que tenga que ver o que relacione presión, volumen específico y temperatura de una sustancia se les denomina gases ideales.

Para este estudio en donde lo que se evacuara son gases de escape se utilizara el análisis mediante los gases ideales, ya que el oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono presentes en las emisiones, son considerados como gases ideales con un margen de error insignificante del 1%. Mediante la ecuación de los gases ideales se podrá determinar la presión a la que estará sometido el sistema.

$$P = R \left( \frac{T}{V} \right)$$

En donde:

P: presión absoluta

R: Constante del gas

T: temperatura absoluta

V: volumen específico

Boyle-Mariotte: Cuando la temperatura y la cantidad de gas son constantes, la presión es inversamente proporcional al volumen como se muestra en la siguiente fórmula.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

### 2.1.3.8 Flujos másicos y volumétricos

Flujo másico: se denomina como la cantidad de masa que atraviesa una cierta área por unidad de tiempo, se le denomina mediante  $\dot{m}$ . Este punto indica la rapidez de cambio con respecto a tiempo.

Para el flujo másico se debe tener en cuenta que la velocidad nunca es uniforme debido a que el fluido se adhiere a las paredes y en estas tiene una velocidad cero, esta es una velocidad promedio.

Tanto para flujos compresibles e incompresibles donde la densidad es uniforme en un área transversal se utiliza la siguiente formula:

$$\dot{m} = \rho \cdot V_{promedio} \cdot A_t$$

En este diseño se trabajara con flujo compresible por lo que se puede considerar a  $\rho$  como una densidad promedio.

Flujo volumétrico: se conoce como el volumen de fluido que circula por un área transversal. Se expresa de la siguiente manera:

$$\dot{V} = V \cdot A_t$$

Tanto el flujo másico como el volumétrico, no se emplearan en los respectivos cálculos debido a que el objetivo principal del sistema es evacuar los gases, por lo tanto la obtención de la cantidad de masa no resulta de mayor importancia en este diseño.

#### **Propiedades de estancamiento**

La forma apropiada de una tobera depende de la velocidad más alta deseada relativa a la velocidad del sonido. Para acelerar un fluido debe utilizarse una tobera convergente a velocidades subsónicas y una tobera divergente para velocidades supersónicas.

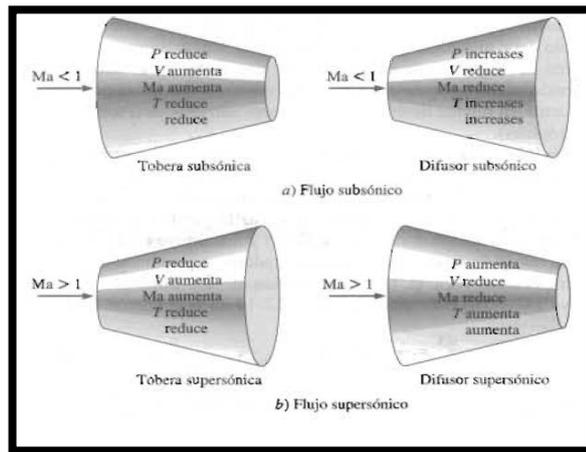


Figura 28: Variación de las propiedades de flujo en las toberas aceleradoras y toberas desaceleradoras (difusores) subsónicos y supersónico.

Fuente: (Cengel, 2012)

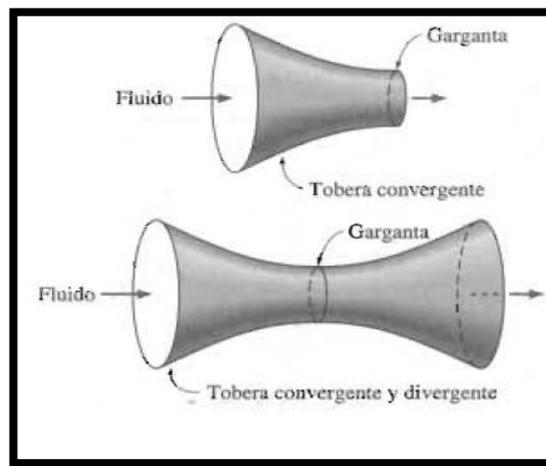


Figura 29: En una tobera la sección transversal de área más pequeña se llama garganta.

Fuente: (Cengel, 2012)

### 2.1.3.9 Formas para evacuar los gases de escape

Al ser un sistema fijo de evacuación de gases de escape y reducción de ruido, el que se utilizara en el taller IMA, se debe analizar las diferentes alternativas para extraer los gases de escape tal y como lo describe el siguiente decreto 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo que dice:

“En aquellos locales de trabajo, donde las concentraciones ambientales de los contaminantes desprendidos por los procesos industriales se hallen por encima de los límites establecidos en el numeral 4, acerca de la ventilación localizada, y donde no sea viable modificar el proceso industrial o la implantación de un sistema de ventilación localizada, se instalará un sistema de ventilación general, natural o forzada, con el fin de lograr que las concentraciones de los contaminantes disminuyan hasta valores inferiores a los permitidos.”<sup>19</sup>

### 2.1.3.9.1 Tiro natural

“Para ello se aprovecha el efecto de empuje de Arquímedes que sufren los gases calientes rodeados por otros fríos. La chimenea contiene una columna de humos calientes, rodeada de aire a una temperatura ambiente, inferior. El empuje o tiro, se calcula por la diferencia del peso de ambas columnas, de altura igual a la de la chimenea. La forma más sencilla de estimar esta diferencia consiste en considerar las dos columnas como de aire a temperaturas distintas pero uniformes: Para la columna caliente, la temperatura será la de entrada de los humos en la chimenea, menos una cantidad por pérdidas, que puede estimarse en  $\sim 0,08 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$ ”

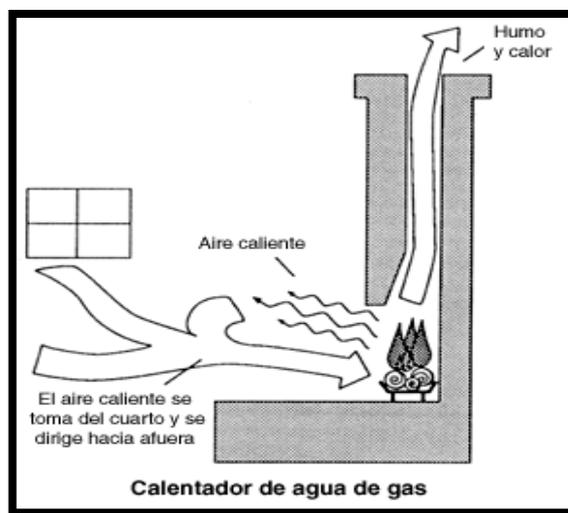


Figura 30: Tiro Natural

Fuente: [http://www.energydepot.com/atmos\\_res\\_es/library/firepl.asp](http://www.energydepot.com/atmos_res_es/library/firepl.asp). 21/06/2014

<sup>19</sup> Art. 65 Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas; Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo Decreto 2393; pág. 20.

Este sistema de evacuación de gases mediante Tiro natural si bien es un sistema de menor costo y de fácil instalación, no reúne las características de un sistema que se pueda implementar dentro de un taller automotriz, en donde se desea evacuar de manera rápida y eficaz los gases de escape productos de la combustión.

### 2.1.3.9.2 Tiro forzado

“En este caso los humos son aspirados por un ventilador especial, resistente a las temperaturas y agresiones de los componentes de los humos, e impulsados a la chimenea, cuya altura, en este caso, depende exclusivamente de los condicionantes impuesto por las normas de dispersión de contaminantes imperantes en la zona.

Este sistema presenta la ventaja de no precisar más altura de chimenea que la ya indicada en el apartado anterior, pero consume energía mecánica (eléctrica) y está sujeto a las paradas del ventilador por mantenimiento o avería. Precisa, por lo tanto, de un doble ventilador, es decir, un suplemento de inversión y de gastos de explotación”.<sup>20</sup>

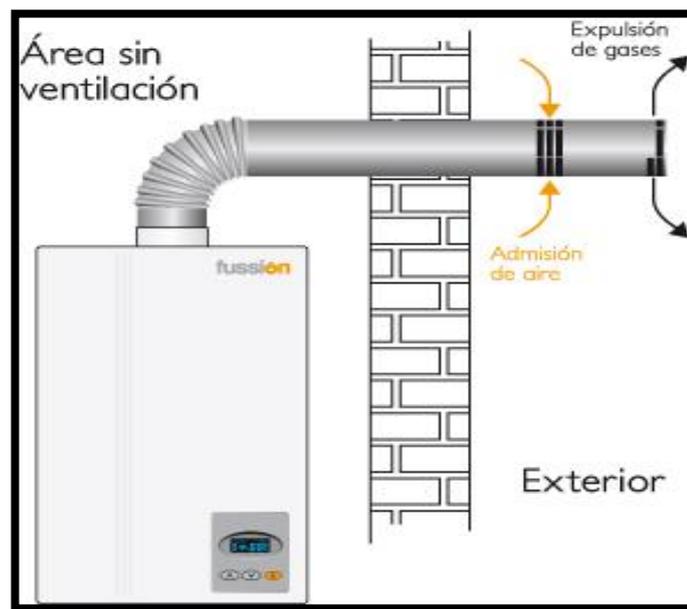


Figura 31: Tiro Forzado

Fuente: <http://www.fussion.mx/calentadores-bilanz/tiro.html>. 21/06/2014

<sup>20</sup> Consideraciones acerca del diseño de chimeneas; Ruperto Martínez Palazón; [www.areadecalculo.com](http://www.areadecalculo.com); pág. 7.

Tabla 23: Tiro forzado

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ven afectadas las conexiones eléctricas al momento de la instalación del ventilador, debido a que el taller cuenta con las redes necesarias de 110 voltios, 220 voltios monofásico y trifásico a lo largo de las instalaciones.</li> <li>• Es resistente a las altas temperaturas con las que salen los gases de escape.</li> <li>• A diferencia del tiro inducido, el costo de la instalación del ventilador es menor que la instalación de un sistema generador de aire.</li> <li>• Instalación rápida y sin mayores modificaciones en las instalaciones.</li> <li>• Mejor eficiente que el tiro inducido y tiro natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La única desventaja que presenta este sistema es como dice el enunciado anterior, la detención del ventilador para el respectivo mantenimiento.</li> </ul>

Fuente: Los autores

### 2.1.3.9.3 Tiro inducido

En la base de la chimenea o en un punto cualquiera del conducto, se instala una boquilla que inyecta aire ambiente, impulsado por un ventilador normal, que induce el tiro (se le suele llamar “efecto Venturi”). Tiene las ventajas e inconvenientes del caso anterior, aunque suele consumir más energía que aquel, si bien la inversión en ventiladores es inferior.”<sup>21</sup>

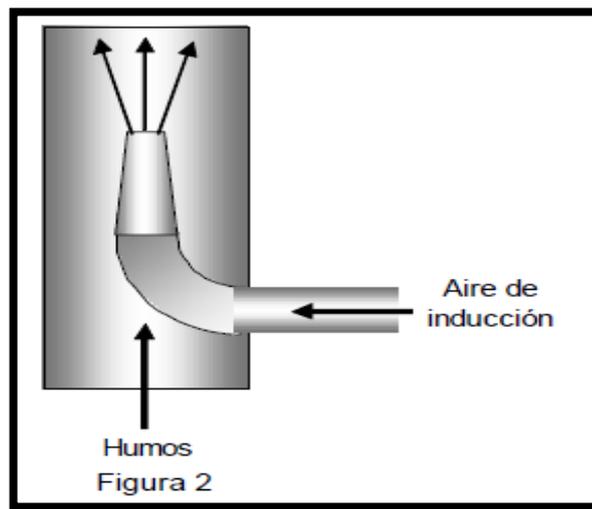


Figura 32 Tiro Inducido

Fuente: <http://www.areadecalculo.com>. 11/06/2014

Tabla 24: Tiro inducido

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se omite la instalación eléctrica si se usara un ventilador o extractor como el caso del tiro forzado ya que se puede utilizar el compresor del taller para la inyección del aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como se pretende utilizar el compresor del taller IMA para la inyección de aire, se deben realizar modificaciones en las líneas de aire lo cual provocaría que herramientas como pistolas neumáticas, pistolas de aire y áreas en donde se utilice aire a presión no puedan ser utilizadas.</li> </ul>

Fuente: Los autores

<sup>21</sup> Consideraciones acerca del diseño de chimeneas; Ruperto Martínez Palazón; [www.areadecalculo.com](http://www.areadecalculo.com); pág. 7.

**Análisis:** En cuanto al tiro natural no reúne las características que se ha planteado necesario para este diseño, lo que se busca es evacuar los gases de una manera rápida y eficaz, el tiro inducido si bien es un sistema eficiente, la implementación requiere una adaptación y modificación de las líneas neumáticas debido a que se debe utilizar el compresor de aire del taller.

Se ha decidido conveniente utilizar el tiro forzado debido a que las modificaciones en las instalación son menores y no afectan las actividades dentro del taller IMA, así también las líneas eléctricas no se ven modificadas ya que el establecimiento cuenta con los tipos de corriente 110 voltios, 220voltios monofásico y trifásico lo cual favorece al momento de realizar la instalación del sistema de evacuación de gases de escape.

#### **2.1.3.10 Formas de ubicación de chimenea**

Para la correcta colocación de la chimenea se deben tener en cuentas los requerimientos que la norma UNE 123001 establece:

“Se establecen unas alturas mínimas sobre las cubiertas que dependen de la forma de las mismas; básicamente consisten en elevarlas 1 m por encima de los obstáculos colindantes a menos de 10 m, si bien en función de la inclinación de la cubierta se establecen otras medidas.

- Si la cubierta tiene una pendiente superior a 20°, la chimenea debe sobresalir 1 m por encima de la cumbre, o quedar separada 2,5 m de la propia cubierta.
- Si se trata de una cubierta plana deberá sobresalir 1 m por encima de los obstáculos a menos de 10 m o estar separada una distancia el doble que la altura del obstáculo.”<sup>22</sup>

En la figura 33 se puede apreciar la ubicación de las chimeneas según el tipo de techo que se tenga.

---

<sup>22</sup> Evacuación de Humos; Chimeneas colectivas para calderas a gas; Vgatec.blogspot.com/2012/04/evacuación-de-humos-ii-html

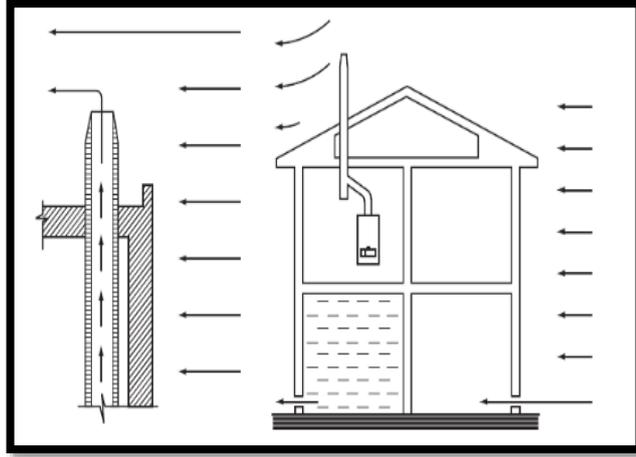


Figura 33: Colocación de chimenea

Fuente: [Vgatec.blogspot.com/2012/04/evacuación-de-humos-ii-html](http://vgatec.blogspot.com/2012/04/evacuación-de-humos-ii-html) 23/06/2014.

### 2.1.3.11 Ventiladores

Para la extracción de los gases de escape dentro del taller se usará el sistema de tiro forzado en donde se emplea un ventilador el cual será el encargado de realizar la aspiración de los gases y humos de escape.

**Ventilador:** Es una máquina cuyo funcionamiento es eléctrico, en su estructura contiene aspas las cuales al girar crean una diferencia de presiones, entre sus aplicaciones se tiene la renovación del aire en zonas cerradas y eliminación de olores. Para este proyecto se lo empleará en la evacuación de los gases desde el tubo de escape hacia el exterior.

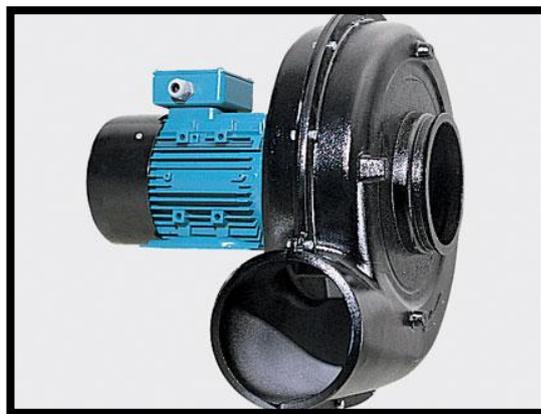


Figura 34: Ventilador

Fuente: <http://www.troteclaser.com/es-ES/maquinas-laser/Accesorios/Sistemas-Aspiracion/Pages/Vent-Ventiladores.aspx> 18/06/2014

### **Criterio para la selección del ventilador**

Para saber el ventilador que cumplira con los requerimientos necesarios en el sistema, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Caudal necesario
- Presión necesaria
- Nivel sonoro admisible
- Tipo de alimentacion eléctrica

Caudal necesario: en un ventilador el caudal es la cantidad de aire por unidad de tiempo, se mide en m<sup>3</sup>/H o C.F.M.

$$1 \text{ C.F.M} = 1,7 \text{ m}^3/\text{H}$$

Presión: es la fuerza que tiene que ejercer el ventilador para vencer las pérdidas de carga. Se tiene diferentes tipos de presiones las cuales se deben analizar para un correcto diseño del sistema:

- Presion estática: Se da cuando se ejerce un afuerza sobre las paredes de los conductos, dicha persion es positiva si es mayor a la presion atmosferica. Si las paredes de los conductos fueran elasticas se dilatarian debido a una sobrepresión. Es negativa si es mayor a la atmosférica, en este caso las paredes se contraen debido auna depresión.
- Presión dinámica: es la fuerza que se ejerce por unidad de superficie que produce el aire en movimiento y va en el mismo sentido del aire.
- Presión total: Es la suma de las presiones estática y dinámica.

Para este diseño se evacuara los gases mediante conductos de determinada sección y longitud, se debe tener presente que estos provovan cambios de seccion debido al roce en las paredes lo que ocasiona una perdida de carga en el ventilador.

Dicha pérdida, es la presión necesaria que debe aportar el ventilador para lograr que el aire circule libremente por los obstáculos debido a los cambios de sección.

Además es necesario tomar en cuenta estos aspectos al momento de seleccionar el ventilador ya que si se realiza un mal diseño de la instalación el consumo de energía eléctrica es innecesario.

Nivel sonoro: es debida al movimiento del aire, las ondas se propagan mediante el aire hasta alcanzar algún receptor. Cuando es desagradable el sonido se lo conoce como ruido.

Debido a los gases que se desplazan a lo largo de los conductos, el ventilador provocara un cierto sonido el cual se podría despreciar ya que esta dentro de los niveles permitidos por las normas.

Alimentación eléctrica: es la potencia que necesita el ventilador para su funcionamiento. Se debe tener en cuenta que el ventilador que se vaya a escoger debe cumplir con el sistema eléctrico que presente las instalaciones en este caso el taller de la Universidad del Azuay.

A continuación se muestra los diferentes tipos de ventiladores y sus aplicaciones según las áreas en donde se desee su implementación

- Ventiladores de pared: para lugares pequeños permitiendo una mejor circulación del aire.



Figura 35: Ventiladores de pared

Fuente: catálogo de SODECA. 19/06/2014

- Ventiladores para evacuar gases de escape: implantados en taller automotrices siguiendo un diseño y estudio del área de trabajo.



Figura 36: Ventiladores para evacuar gases

Fuente: SODECA. 19/06/2014

- Extracción utilizada dentro del taller IMA

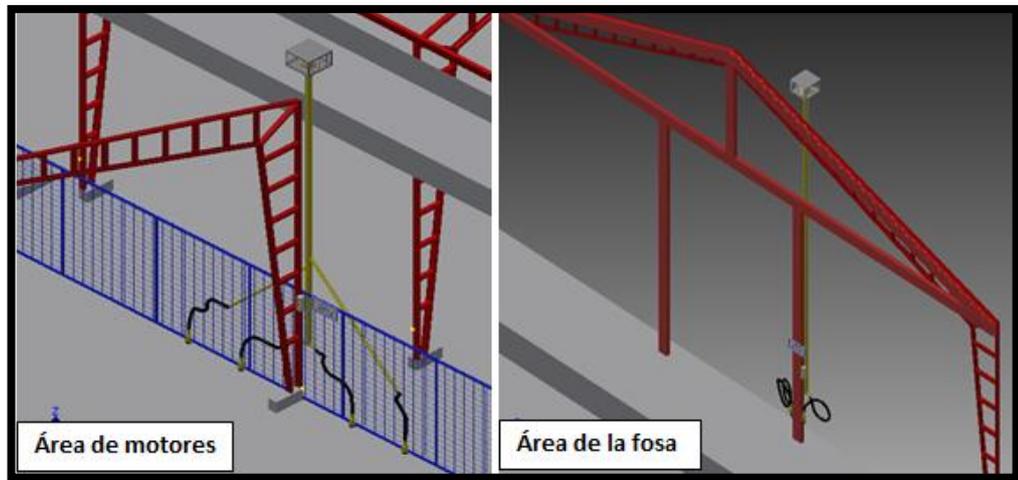


Figura 37: Ventilación utilizada en el taller IMA

Fuente: Los autores

## 2.2 Análisis del área del laboratorio.

### 2.2.1 Capacidad instalada

En el Área de motores se llevan a cabo las prácticas de materias como “Motores I” y “Motores II” en las cuales generalmente se divide a los estudiantes en cuatro grupos y cada grupo es responsable de una maqueta para realizar sus prácticas por lo tanto en el diseño se prevé colocar aquí cuatro tomas extensibles con acoples rápidos para colocar en cada una de las diferentes maquetas utilizadas.

En la fosa de la entrada principal del taller entran hasta dos vehículos para realizar las prácticas en el laboratorio por lo tanto se colocara aquí dos tomas con mangueras flexibles y acoples que se puedan ajustar fácil y rápidamente a diferentes tipos de tubos de escape que se encuentren en los vehículos.

### 2.2.2 Afluencia de Personas

El horario en que en el Taller se encuentra el mayor flujo de personas es en las horas en que los estudiantes se encuentran en clases, en el horario de 18h00 a 22h00 de lunes a viernes aproximadamente de 50 a 80 personas, esto depende de las practicas programadas y de los horarios de clases que tengan los alumnos para hacer uso de las

instalaciones del taller como: aulas, oficinas administrativas, área de motores, área de reparación de motores, área de electricidad, área de máquinas herramientas, metalurgia, bodega de herramientas, área de conjuntos mecánicos.

Se ha tomado en cuenta también la afluencia de personas en el bar de CCTT ya que se encuentra a un costado del taller y las emisiones provocadas afectan también en forma indirecta a las personas que se encuentran en este lugar.

Todas estas personas se encuentran dentro del perímetro del taller y son afectadas de manera directa por la concentración de los gases de escape, en mayor medida los que se encuentran haciendo labores de tipo intelectual causando problemas como dolor de cabeza, estrés e irritabilidad, también a los estudiantes que están realizando las practicas ya que son los que están más cerca de las emisiones.

Tabla 25: Afluencia diaria aproximada de personas en las instalaciones del taller y zonas cercanas afectadas por la contaminación.

Horario	Afluencia de Personas en el Área Taller	Afluencia de Personas en las Aulas y oficinas del Taller	Afluencia de Personas en zonas cercanas al taller ( bar de CCTT)
7am – 1pm	5	0	20 - 40
4pm - 6pm	10	5 – 10	20 - 30
6pm – 8pm	20 - 40	30 – 40	40 - 60
8pm – 10pm	20 - 40	30 – 40	40 -60

Fuente: Los autores

## 2.3 Cálculo

### 2.3.1 Caudal total

Para saber el caudal total de gases que sera evacuado es necesario conocer los diferentes caudales de las maquetas de motores, para ello se ha seleccionado motores con cilindradas de 1200, 2000, 3100 y 4000 cm<sup>3</sup>.

Tomando el motor con mayor cilindraje es decir de 4000 cm<sup>3</sup> y a un regimen de 4000 revoluciones por minuto. Se ha establecido que el volumen de los gases de escape

sera igual al cilindraje total si se habla teoricamente, ya que ese volumen es el que se encuentre en el interior de los cilindros del motor de combustion, pero se debe tener en cuenta que en los motores que son aspirados la eficiencia en el llenado es del 60 a 65%.

Como el volumen de gases real ( $V_{GR}$ ) se obtiene en dos ciclos, para el siguiente caso en donde el motor gira a 4000 rpm se realiza en 2000 ciclos o fases por minuto.

El diseño ha realizar esta proyectado para cuatro maquetas de motores por lo que el caudala obtener se multiplicara por cuatro obteniendo el maximo caudal a ser evacuado. La tabla 2.10 muestra los datos obtenidos.

Tabla 26: Obtención de caudales

	CRITERIO DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Volumen de gases real	$V_{GR} = V_T \times e$	$V_T = m^3$ $e = \%$ $V_{GR} = m^3$	$V_T = 0,004 m^3$  $e = 65\%$	$V_T = Volumen Teorico$  $e = eficiencia de llenado$  $V_{GR} =$ $Volumen de gases real$	$2,6 \times 10^{-3} m^3$
caudal	$Q = V_{GR} \times cpm$	$Q = \frac{m^3}{min}$ $V_{GR} = m^3$	$V_{GR} = 2,6 \times 10^{-3} m^3$  $cpm = 2000$	$V_{GR} = Volumen de gases$  $Q = Caudal$  $cpm = Ciclos por minuto$	$5,2 \frac{m^3}{min}$
caudal total	$Q_T = Q \times N$	$N = unidades$ $Q = \frac{m^3}{min}$ $Q_T = \frac{m^3}{min}$	$N = 4$ $Q = 5,2 \frac{m^3}{min}$	$N = motores en funcionamiento$ $Q = caudal$ $Q_T = caudal total$	$20,8 \frac{m^3}{min}$

Fuente: Los autores

### 2.3.2 Velocidad de salida de los gases

Para realizar la simulación de los gases en el programa se necesita la velocidad de salida de los gases de cada una de las cuatro maquetas, cabe aclarar que la velocidad va a ser la misma para la maqueta con cilindraje de 4000 cm<sup>3</sup> por lo que se utilizara el caudal unitario y no el total. El diámetro a utilizar es el del tubo de escape que corresponde a la maqueta con el cilindraje antes mencionado.

Tabla 27: Cálculo de velocidad de gases

	CRITERIOS DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Velocidad de los gases	$V = \frac{Q}{A}$	$V = \frac{m}{min}$ $Q = \frac{m^3}{min}$ $A = m^2$ $\varnothing = 0,048 m$	$A = 1,81 \times 10^{-3} m^2$  $Q = 5,2 \frac{m^3}{min}$	$Q = caudal$ $V = velocidad$ $A = area del tubo de escape$ $\varnothing = diámetro del tubo de escape$	<b>2873,63</b> $\frac{m}{min}$

Fuente: Los autores

Se realizaron cálculos de caudal y velocidad de salida de los gases en las maquetas cuyos cilindrajes eran de 1200, 2000, 3100 y 4000 cm<sup>3</sup> a un régimen de 4000 revoluciones por minuto tal y como se muestra en las tablas 27 y 28.

CILINDRAJE DE MOTOR	REVOLUCIONES POR MINUTO	CAUDAL ( $m^3/min$ )	VELOCIDAD ( $m/s$ )
1200	4000	1,56	16,25
2000	4000	2,6	29,88
3100	4000	4,03	31,98
4000	4000	5,2	47,89

Tabla 28: caudales y velocidades de los motores del taller IMA

Fuente: Los autores

Luego de haber obtenido los valores de caudal y velocidad de los gases de cada uno de los motores, se ha podido constatar que el mayor caudal y velocidad es del motor cuya cilindrada es de 4000cm<sup>3</sup>.

### 2.3.3 Diámetro de tubería principal

Con estos valores se puede calcular el diámetro de la tubería fija a la pared por donde circularan los gases de escape provenientes de cada una de las maquetas de los motores, además multiplicamos por un factor de seguridad  $\eta$  del 10% como se puede ver en la tabla 2.13 para evitar sobrecargas o que a futuro se pueda aumentar mas tomas y el sistema pueda desempeñarse sin inconvenientes

Tabla 29: Diámetro de tubería principal

	CRITERIOS DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Diámetro de la tubería principal	$Q_T = V \times A_T$ $\phi_T = \left( \frac{4 \times Q_T}{V \times \pi} \right)^{1/2} \times \eta$	$Q_T = \frac{m^3}{min}$ $V = \frac{m}{min}$ $\eta = \text{porcentaje}$ $\phi_T = m$	$Q_T = 20,8 \frac{m^3}{min}$ $V = 2873,63 \frac{m}{min}$ $\eta = 1,1$	$V = \text{velocidad}$ $Q_T = \text{caudal total}$ $\eta = \text{factor de seguridad}$ $A_T = \text{area tubería}$ $\phi_T = \text{diametro de la tubería}$	<b>0,106m</b>

Fuente: Los autores

#### 2.3.3.1 Características de la tubería principal

Esta tubería será la encargada de recibir los gases de escape que proviene de las mangueras conectadas a la salida de los sistemas de escape de las maquetas y de los vehículos, en la parte interna de la tubería se realizara una modificación para poder acoplar el ventilador. La tubería deberá resistir la temperatura de los gases y las condiciones ambientales.



Figura 38: Tubería de acero galvanizado

Fuente: <http://www.rostubos.com/es/conductos-tubos-metalicos-extraccion-transporte-neumatico-galvanizada-inoxidable-longitudinal-soldadura-laser-engatillado-facilidad-instalacion-chapa-calidad.aspx>. 23/07/2014.

### 2.3.4 Diámetro de la manguera flexible

Obtenido el diámetro de la tubería en donde van a concentrarse todos los gases de las maquetas y vehículos, se procede a la obtención del diámetro de la tubería flexible que ira conectada a la salida del sistema de escape.

Para obtener este diámetro se utilizara el caudal y la velocidad del motor de mayor cilindraje que es de 4000 cm<sup>3</sup>. La siguiente tabla 30 muestra el resultado obtenido.

Tabla 30: Diámetro de manguera flexible

	CRITERIOS DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Diámetro de la manguera	$Q = V \times A_m$ $\phi_m = \left( \frac{4 \times Q_T}{V \times \pi} \right)^{1/2} \times \eta$	$Q = \frac{m^3}{min}$ $V = \frac{m}{min}$ $\eta = \text{porcentaje}$ $\phi_m = m$	$Q = 5,2 \frac{m^3}{min}$ $V = 2873,63 \frac{m}{min}$ $\eta = 1,1$	$V = \text{velocidad}$ $Q = \text{caudal}$ $\eta = \text{factor de seguridad}$ $A_m = \text{area manguera flexible}$ $\phi_m = \text{diametro de la manguera}$	<b>0,052m</b>

Fuente: Los autores

### 2.3.4.1 Manguera flexible

Esta manguera ira conectada a la salida del sistema de escape de las maquetas de motores y de los vehículos, con un diámetro establecido de 0,052m de acuerdo al cálculo obtenido. La manguera flexible se puede apreciar en la figura 2.27 y la ficha técnica en la que se muestran las características de la misma se observa en el anexo 1.



Figura 39: Tubería Flexible

Fuente: [http://www.directindustry.es/prod/plymovent/enrolladores-tubo-gases-escape-sistema- evacuacion-5724-14727.html#product-item\\_481704](http://www.directindustry.es/prod/plymovent/enrolladores-tubo-gases-escape-sistema- evacuacion-5724-14727.html#product-item_481704). 23/07/2014.

Entre sus características esta la flexibilidad, ya que los tubos de escape de las maquetas se encuentran en la parte inferior y se necesita poder acoplarse a ellos sin ningún problema, además este tipo de manguera soportara la temperatura que tienen los gases al momento de salir por el sistema de escape, la figura 2,28 muestra el acople con la manquera flexible.



Figura 40: Acople de tubería en salida de escape

Fuente: <http://www.future.com.es/sistema-aspiracion/kit-con-brazo/> 23/07/2014

### Temperatura de gases de escape

Además de los valores de caudal y velocidad de los gases, es importante conocer la temperatura a la que estos salen del motor, para ello se utiliza un medidor de temperatura laser como se muestra en la figura 41. Se obtuvo un valor de 55°C.



Figura 41: Medición de Temperatura de los Gases de Escape.

Fuente: Los autores

### 2.3.5 Selección del ventilador

Para el diseño se empleara un ventilador que se seleccionó de acuerdo a la tabla en el anexo 2 y teniendo como dato el caudal total de  $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El modelo de ventilador escogido para la evacuación de gases de escape es 2CC2 254-5YC3 de la marca SIEMENS cuyo caudal está dentro del caudal máximo que será evacuado.

Datos Técnicos								
Tipo	Diámetro mm.	Caudal m <sup>3</sup> /s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Depósito	
<b>Con motor monofásico, 110 V., 4 polos, 1800 RPM</b>								
				<b>110V</b>				
2CC2 254-5YC3	250	0.38	0.050	0.8	62	5.0	01181	
2CC2 314-5YC3	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182	
2CC2 354-5YC3	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183	
2CC2 404-5YC3	400	1.45	0.220	3.2	74	8.0	01184	
2CC2 504-5YA3	500	2.93	0.700	8.3	78	23.5	01185	
<b>Con motor trifásico, 220/440 V., 4 polos, 1800 RPM</b>								
				<b>220V</b>	<b>440V</b>			
2CC2 404-5YP6	400	1.45	0.20	1.14	0.57	74	7.0	01186
2CC2 504-5YB6	500	2.93	0.66	3.00	1.50	78	21.5	01187
2CC2 634-5YB6	630	5.33	1.60	6.40	3.20	87	30.5	01188
2CC1 714-5YB6	710	8.37	3.58	14.00	7.00	91	46.0	01189
<b>Con motor trifásico, 220/440 V., 6 polos, 1200 RPM</b>								
2CC2 506-5YB6	500	1.91	0.19	1.22	0.61	68	18.5	01190
2CC2 636-5YB6	630	3.55	0.51	3.10	1.55	76	25.0	01191
2CC2 716-5YB6	710	5.27	1.20	6.70	3.35	80	32.5	01192
* Con aspa de aluminio.								

Fuente: <http://cenelsur.com/index.php/hdd/func-finishdown/8/> 20/06/2014

Cabe recalcar que este modelo de ventilador tipo axial cumple con las especificaciones en cuanto a alimentación eléctrica presentes en el taller IMA que es de 110 V monofásico a 1800 revoluciones por minuto, el esquema eléctrico se muestra en el anexo. El sonido que este emite el ventilador es de 62 dB el cual está dentro del rango permitido por la norma que es de 65 dB.

### 2.3.5.1 Velocidad de aspiración del ventilador

Basados en las especificaciones del ventilador, se puede obtener la velocidad de aspiración del mismo, dicho dato a obtener nos permitirá conocer el comportamiento de los gases a la salida del sistema.

La siguiente tabla 32 muestra el procedimiento para obtener la velocidad del ventilador.

Tabla 32: Velocidad del extractor

	CRITERIO DE CALCULO	UNIDADES	DATOS	NOMENCLATURA	RESULTADO
Velocidad de salida del	$V_E = \frac{Q_E}{A_E}$	$V_E = \frac{m}{min}$ $Q_E = \frac{m^3}{min}$ $A_E = m^2$	$Q_E = 22,8 \frac{m^3}{min}$ $A_E = 0,049 m^2$ $\phi_E = 0,25 m$	$Q_E = caudal del extractor$ $V_E = velocidad del extractor$ $A_E = area del extractor$ $\phi_E = diametro del extractor$	<b>464,47 <math>\frac{m}{min}</math></b>

Fuente: Los autores

### 2.3.6 Diseño de acople

El acople será construido de tubería de hierro para tubos de escape desde  $1\frac{3}{4}$  de pulgada hasta  $3\frac{1}{4}$  de pulgada y tiene un dispositivo de ajuste y centrado para el tubo de escape y una agarradera para mejor manipulación. El plano del acople se observa en el anexo 3

## 2.4 Diseño

### 2.4.1 Plano y ubicación del sistema

Con los datos obtenidos de, caudal, velocidad, diámetro y temperatura se realiza los planos del sistema para determinar la ubicación dentro del taller, así como las medidas para la simulación que nos permitirá prever el comportamiento que tendrán los gases en el sistemas para corregir posibles errores en el diseño antes de la implementación física en el taller IMA. Los planos se muestran en el Anexo 4

### 2.4.2 Modelado del sistema

Previa realización de los planos del sistema y de la ubicación que tendrá el mismo dentro del taller, se ha creído conveniente realizar el modelado mediante un programa de diseño, el cual permite tener una visualización clara de cómo se verá el sistema una vez implementado. En el anexo 5 se muestra el modelado del taller y del sistema.

### 2.4.3 Simulación

Con el modelado del sistema, se efectúa la simulación para conocer el comportamiento que tendrán los gases de escape dentro del sistema. La simulación se realiza con la ayuda de un programa de elementos finitos, con el cual se determina la eficiencia del sistema y sirve de respaldo para predecir falla y corregirlas a tiempo antes de la implementación.

A continuación se detalla el procedimiento para la simulación.

- Con el ayuda del programa de diseño se realiza el modelado del sistema, para ello se utiliza los diámetros obtenidos en la tabla6493.



Figura 42: Modelado del sistema.

Fuente: Los autores

- Con el modelado realizado, se procede a importar al programa de elementos finitos. Se abre el programa y se selecciona Fluid Flow CFX lo cual dara una pequeña ventana como se muestra en la siguiente figura 2.31.



Figura. 43: Importacion del modelado

Fuente: Los autores

- Seleccionar la opcion Geometry para que aparezca un cuadro en donde se debe seleccionar las unidades en la que se trabajara, para este caso se selecciona milímetros.

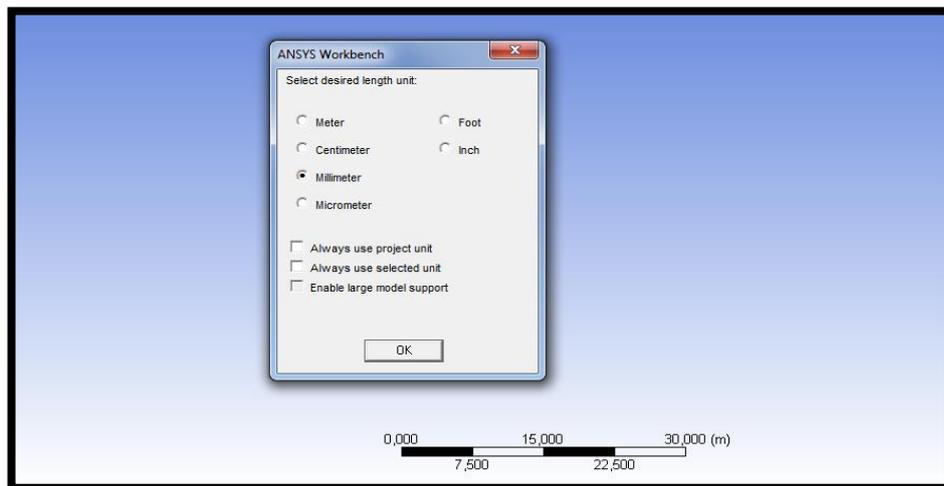


Figura 44: Unidades de trabajo

Fuente: Los autores

- Posteriormente se importa el diseño al programa de elementos finitos.

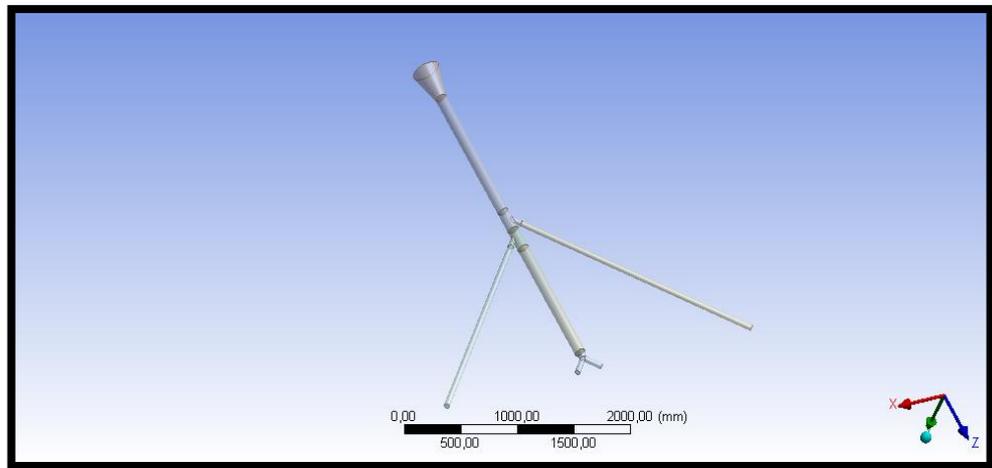


Figura 45: Modelado en programa de elementos finitos

Fuente: Los autores

- Una vez que el modelado ha sido importado, se cierra la ventana y aparece un visto en Geometry esto nos ayudara a saber que estamos haciendo bien el procedimiento. Se continua con la siguiente opcion Mesh, este paso es importante ya que con esto se asegura una mejor calidad en la simulacion.

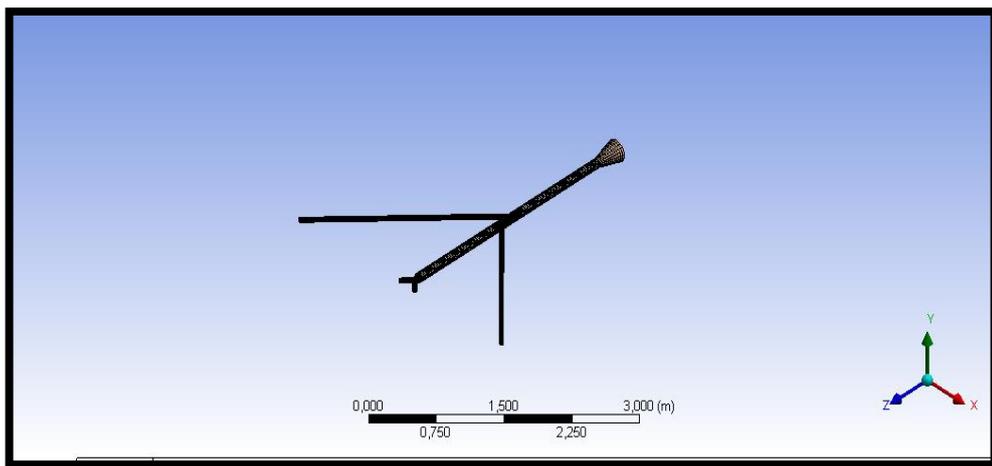


Figura 46: Mallado del sistema

Fuente: Los autores

- En la opcion de Setup, se ingresan los datos de velocidad de cada una de las entradas asi como la del ventilador y temperatura de los gases. Las flechas

indican las entradas y salidas de los gases. Con los datos ingresados, se selecciona la opción Solution para que el programa reconozca los valores y proceda a realizar el análisis.

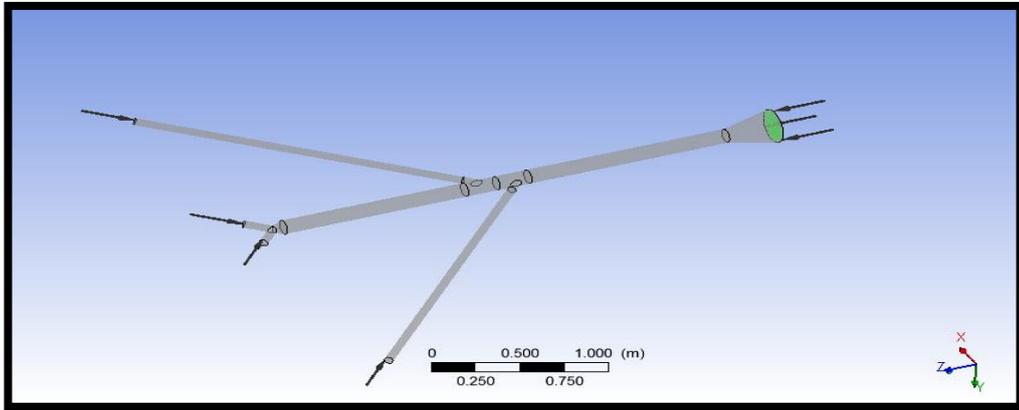


Figura 47: Ingreso de datos

Fuente: Los autores

- Se obtiene los resultados y se puede observar la simulación de los gases en el sistema. Finalmente se puede apreciar el comportamiento que tendrán los gases a lo largo de todo el sistema.

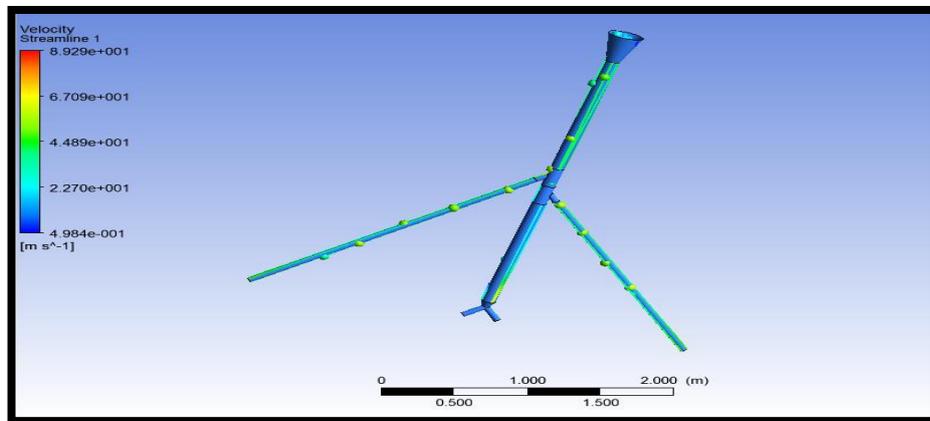


Figura 48: Simulación del sistema

Fuente: Los autores

Conclusion: Se ha realizado la simulación del comportamiento del sistema en funcionamiento y se puede determinar que aun en condiciones de máximo desempeño, este funcionara sin ningún inconveniente evacuando en su totalidad los gases de escape como fue el objetivo principal.

### **3 CAPITULO 3**

## **IMPLEMENTACION DEL SISTEMA**

### **3.1 Selección y adquisición del material**

Realizado el diseño y posteriormente el análisis del comportamiento que tendrán los gases dentro del sistema mediante el programa de elementos finitos, se selecciona cada uno de los materiales que serán utilizados en la implementación de cada componente.

Los materiales a utilizar deberán cumplir con parámetros de calidad y seguridad para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, además presentar facilidad de adquisición dentro del mercado nacional.

#### **3.1.1 Materiales a utilizar**

Según la función que debe cumplir cada uno de los componentes se ha elegido un tipo de material que soporte las mayores exigencias que se puedan dar cuando el sistema funcione a su máxima capacidad y proveyendo una larga duración de los mismos.

##### **3.1.1.1 Tubería principal**

Esta tubería es del doble de diámetro que la tubería secundaria pues aquí se reunirán todos los gases provenientes de los motores conectados, es de acero galvanizado con un diámetro de 4 pulgadas y espesor de 0.5mm, se debe garantizar la hermeticidad de la tubería con lo que aseguramos que no existan fugas de los gases en el interior del taller IMA.

Este tipo de tubería de acero galvanizado es recubierta por una capa de cinc con lo cual obtenemos una mejor resistencia mecánica así como también resistencia a la corrosión y abrasión.

La tubería será construida en un taller de caldería de la zona con las especificaciones mencionadas, la figura 49 muestra una tubería de acero galvanizado que se empleara en el sistema.



Figura 49: Tubería Principal

Fuente: Los autores

### **3.1.1.2 Tubería secundaria**

Esta tubería es la que ira por un extremo unida a la manguera flexible de la que vienen los gases de escape y por el otro lado estará unida herméticamente a la tubería principal.

Esta tubería es de acero galvanizado con un diámetro de 2 pulgadas y espesor de 1,5mm, de similares características a la tubería principal. La tubería secundaria es utilizada únicamente en el sistema implementado en el área de motores del taller IMA que tiene cuatro tomas para las maquetas.



Figura 50: Tubería Secundaria

Fuente: Los autores

### 3.1.1.3 Manguera flexible

Será conectada a la salida del sistema de escape de los motores por medio del acople y llevara los gases hacia la tubería secundaria. Dentro de las características tenemos que la manguera que hemos seleccionado soporta hasta temperaturas de  $121^{\circ}\text{C}$  por lo tanto soporta eficientemente la temperatura a la que salen los gases, también es flexible para mejor manipulación al momento de realizar el acople al tubo de escape, para esto se empleara manguera fabricada en nylon y alambre. La ficha técnica de la manguera se adjunta en el anexo 1.

El diámetro obtenido en el diseño es de 52 mm pero se ocupara una manguera con un diámetro de 2 pulgadas (50,8 mm) que es la q se puede encontrar con facilidad en el mercado y resulta un diámetro suficiente para el transporte de este gas.

Se utilizara para el área de motores 1,5 metros para cada una de las cuatro tomas y para el área de vehículos (fosa) se utilizara una manguera de 6,3 metros y otra de 4 metros, por lo tanto se necesita 16,3 metros de esta manguera. La figura 3.3 muestra la manguera que se va a emplear para la extracción de los gases.



Figura 51: Manguera Flexible

Fuente: Los autores

#### 3.1.1.4 Extractor

Al ser dos lugares diferentes en el área del taller en donde se ubican las tomas se emplearan 2 extractores como se puede apreciar en la figura 52, uno para las 4 tomas en el área de motores y el otro para las dos tomas para vehículos en el área de la fosa.

Con los cálculos obtenidos de caudal y velocidad del extractor en las páginas 35 y 42 respectivamente se selecciona los extractores SIEMENS modelo 314-5YC3 que serán adquiridos en la empresa CENELSUR de la ciudad de Cuenca que es la empresa autorizada para la distribución de dicha, las características se muestran en el Anexo 2.

Si se observa el catálogo Siemens se puede ver que el extractor inmediato inferior al que hemos elegido según los cálculos obtenidos de caudal y velocidad de salida nos serviría para nuestros propósitos; pero teniendo en cuenta que la diferencia de costos entre los dos extractores no es de ninguna manera significativa en comparación con las mejores características que ofrece y pensando también en una posible ampliación del sistema con tomas para más motores o vehículos y una mejora en la eficiencia de

la evacuación de gases al exterior se ha tomado la decisión de utilizar el extractor 314-5YC3 en vez del 254-5YC3.



Figura 52: Extractores

Fuente: Los autores

### 3.1.1.5 Abrazaderas

Se utilizaran 12 abrazaderas para la sujeción de las mangueras flexibles a la tubería secundaria y a los acoples, deben asegurar las mangueras de diámetro 2 pulgadas y garantizar la hermeticidad en la unión. Se vio la posibilidad de utilizar abrazadera industrial pero por recomendación de los distribuidores de la manguera flexible se dijo que para este tipo de manguera resulta innecesario usar las de tipo industrial por posibles daños en las uniones, por lo tanto se utilizara abrazaderas de sujeción aceradas.



Figura 53: Abrazadera

Fuente: Los autores

### 3.1.1.6 Acoples

Los acoples son construidos con tubería de hierro de 3 1/4 pulgadas y 2 pulgadas para la entrada en la manguera flexible, se deben construir 6 acoples, además consta de un sistema para fijarlo al el tubo de escape y una agarradera para fácil manipulación al momento de transportar y acoplar.



Figura 54: Acoples

Fuente: Los autores

### 3.1.1.7 Circuito eléctrico de accionamiento

Para armar el circuito eléctrico para el encendido del sistema como se muestra en el anexo 6. Se necesita 2 relé para 110V 8 pines, 2 botoneras, 2 cajas metálicas, 2 focos led 110V, cable de cobre número 12 y tubería para cables.

### 3.1.1.8 Costo del sistema

Realizada la cotización de precios de los materiales a utilizar según el diseño en varios lugares de distribución se hizo un análisis en cuanto a costos y prestaciones que ofrece cada material tomando las más convenientes para el caso.

En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 detallamos los valores de los materiales para conocer el costo total que tendrá la implementación del sistema dentro del taller.

Tabla 33: Costo de insumos

<b>INSUMOS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	Trabajo de conexión de ductos (incluye tubería de acero galvanizado de 4" y 2", cajas de protección y chimenea para los extractores, colocación dentro del taller y mano de obra.)				278,80
2	Extractores 314-5YC3	u	2,00	240,00	480,00
3	Abrazaderas D = 2"	u	12,00	1,20	14,40
4	Manguera para gases D = 2"	m	16,30	27,00	440,10
5	Acoples D = 2"	u	6,00	15,00	90,00
6	Señalética	u			45,00
7	Material para acabados (lija, macilla, pintura)	u			50,00
8	Material de sujeción (pernos, tuercas arandelas, tornillos, remaches)				10,00
9	Material Eléctrico (cable, cajas, relés, botonera, luz indicadora, tubería de paso de cable)				80,00
10	Otros (cinta, silicón, papel, sellador)				40,00
			<b>TOTAL</b>		<b>1528,30</b>

Fuente: Los autores

Tabla 34: Costo de mano de obra

<i>MANO DE OBRA</i>					
<i>ITEM</i>	<i>RUBRO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNITARIO</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
1	Hora hombre	horas	90,00	2,12	190,80
2	Trasporte (bus, taxi, transporte de materiales)				35,00
			<b><i>TOTAL</i></b>		<b><i>225,80</i></b>

Fuente: Los autores

Tabla 35: Costo total

<i>COSTO TOTAL</i>					
<i>ITEM</i>	<i>RUBRO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNITARIO</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
1	Insumos				1528,30
2	Mano de Obra				225,80
			<b><i>TOTAL</i></b>		<b><i>1754,10</i></b>

Fuente: Los autores

### 3.1.2 Costo Por Número De Tomas

En la tabla 3.4 se ha obtenido un valor aproximado del costo de la implementación del sistema de extracción de gases de escape, estimado por el número de tomas que sean colocadas, teniendo en cuenta que por cada extractor se colocan de dos a cuatro tomas.

Se ha hecho esta tabla tomando una base de 1,5 metros de manguera por cada toma, por lo tanto se aumentara 27 dólares por cada metro de manguera que se quiera adicionar en cada acople.

Para el cálculo de los valores de la tabla 3,4 se parte de la tabla 3.1 y 3.2 teniendo en cuenta las características de cada rubro que interviene lo cual describimos a continuación:

- Costo por extractor: este valor es una base para la implementación de un sistema de extracción independientemente del número de tomas que se coloque. Aquí interviene:

1. Costo del extractor
2. Instalación chimenea y tubería principal
3. Costo de conexión eléctrica
4. Mano de obra

$$C_{\text{por sistema}}=1+2+3+4$$

$$C_{\text{por sistema}}=240+140+40+85,4= \$505,40$$

- Costo por cada toma: para sacar el valor aproximado del costo de cada toma instalada se toma en cuenta valores de la tabla 3.1 de insumos que intervienen en la implementación de la toma de gases: abrazaderas, manguera, acople, material de señalización, material para acabados, material de sujeción y otros.

$$C_{\text{por toma}} = 1+2+3+4+5+6+7 = \$82,08$$

Se tendrá en cuenta un aumento de \$10 cada una para la toma número 3 y la número 4 de cada extractor concerniente al costo de la tubería secundaria.

- Costo de transporte: este se considera un valor fijo pues independientemente del número de tomas que se coloquen el costo del transporte y movilización para la implementación será el mismo.

$$C_{\text{trans}} = \$35$$

Costo aproximado para un sistema con N tomas y M extractores

$$C_T = (M \times C_{\text{por sistema}}) + (N \times C_{\text{por toma}}) + C_{\text{trans}}$$

N de Tomas \ Extractores	1	2
	1	\$ 622,48
2	\$ 704,54	\$1374,12
3	\$796,64	\$ 1548,28
4	\$ 888,72	\$ 1722,44

Tabla 36: Costo de implementación según número de tomas

Fuente: Los autores

Esta tabla permite estimar costos aproximados para la implementación de sistemas de extracción con distintos números de tomas, también estimar un costo en caso de que en un futuro se desee aumentar el número tomas en los sistemas ya instalados.

### 3.2 Ensamble e implementación en el taller

Se mostrara paso a paso el proceso de implementación de cada elemento del sistema, verificando que cada componente cumpla con los requerimientos propuesto para este proyecto.

#### 3.2.1 Implementación de tubería principal

En el sector donde ingresaran los vehículos (fosa) y en el área de motores, la tubería estará sujeta por medio de una brida para evitar movimientos o vibraciones al

momento del encendido del extractor. En la parte superior ira conectada con la caja la cual contiene al extractor.

La tubería se cubrió con pintura color amarilla resistente al calor y corrosión, se seleccionó dicho color basándose en la norma INEN 440 la cual define los colores de identificación de las tuberías clasificado en categorías de acuerdo al tipo de fluido a transportar.

La instalación en el sector de ingreso de vehículos y del sector de motores se puede ver en las figuras 3.7 y 3.8 respectivamente.



Figura 55: Implementación de tubería principal área de ingreso de vehículos

Fuente: Los autores



Figura 56: Implementación de tubería principal área de motores

Fuente: Los autores

### 3.2.2 Implementación de tubería secundaria

La tubería secundaria solo será instalada en el área de motores, será sujeta mediante uniones de suelda a la maya metálica que se encuentra en dicha área y con bridas plásticas para evitar vibraciones.

Se unirá a la tubería principal mediante remaches y sellado con masilla epoxica lo que garantizara la unión hermética entre las tuberías tal como se muestra en la figura 3.9.



Figura 57: Implementación de tubería secundaria

Fuente: Los autores

### 3.2.3 Implementación de chimeneas y extractores

Las chimeneas irán ubicadas en la parte exterior del taller, se unirán a la tubería principal mediante remaches y fijadas a la cubierta del taller mediante barras en forma de L para evitar movimientos debido a la fuerza del viento. Los extractores se colocan dentro de las chimeneas y se cubrirán en su parte exterior con un sellante especial que impida el ingreso de humedad a la tubería.



Figura 58: Implementación de chimenea y extractor

Fuente: Los autores

### 3.2.4 Implementación de manguera flexible

Las mangueras se sujetan por el un extremo a la tubería secundaria y por el otro extremo al acople mediante abrazaderas de acero, además se enrollan en soportes metálicos fijados mediante tornillos a la pared.



Figura 59: Implementación de manguera flexible

Fuente: Los autores

### 3.2.5 Implementación de acoples

La construcción de cada acople se realizó de la siguiente manera:

- Mecanismo de sujeción del acople al escape: con la fresadora se realizaron dos ranuras para el desplazamiento del componente de sujeción.



Figura 60: Mecanismo de sujeción

Fuente: Los autores

- Perno de ajuste: se realizó un agujero roscado con diámetro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada en el centro de las dos ranuras.



Figura 61: Perno de ajuste

Fuente: Los autores

- Agarradera: se utilizó varilla metálica de  $\frac{1}{8}$  de pulgada, se realizó el dobles y posteriormente se soldó al cuerpo de acople



Figura 62: Agarradera

Fuente: Los autores

Cada acople se conecta a la manguera flexible mediante una abrazadera, el acople se cubrió con pintura resistente a la temperatura de los gases de escape. En la figura 3.15 se muestra la colocación del acople a la manguera.



Figura 63: Implementación de acople

Fuente: Los autores

### **3.2.6 Implementación de tapas**

En el área de motores las tapas irán sujetas a la maya metálica mediante pernos como lo muestra la figura 3.16, en sector de ingreso de vehículos las tapas irán sujetas igualmente con pernos a un soporte metálico fijado a la estructura del taller como se puede ver en la figura 3.17. En dichas tapas los acoples se fijaran cuando no estén en funcionamiento.



Figura 64: Implementación de tapa en área de motores

Fuente: Los autores



Figura 65: Implementación de tapa en sector de entrada de vehículos

Fuente: Los autores

### 3.2.7 Implementación eléctrica

En cada sistema se colocaron relés para garantizar la protección del circuito, una botonera tipo industrial para el accionamiento así como una luz color verde la cual indica si está o no en funcionamiento el extractor. Todos estos componentes están

alojados en una caja metálica fijada mediante tornillos y aislados para evitar problemas eléctricos como se puede observar en la siguiente figura 66.



Figura 66: Implementación eléctrica

Fuente: Los autores

### 3.2.8 Imprevistos en la implementación

El principal imprevisto al momento de la implementación fue la paralización de las actividades dentro del taller debido a trabajos de readecuación, además se realizaron pequeñas modificaciones debido al cambio del techo y estructura del taller.

En cuanto a la manguera flexible al ser nueva no presenta las características de flexibilidad adecuadas lo cual dificulta el manejo de la misma, al momento de poner en funcionamiento el sistema los gases calientan la manguera lo cual permite una mejor flexibilidad y manejo de la misma.

### 3.3 Mantenimiento del sistema

El sistema fue diseñado e implementado de tal manera que resista evacuar con rapidez los gases así como resistente a temperaturas, corrosión y condiciones de uso, no obstante es importante realizar un mantenimiento para alargar la duración de cada uno

de los componentes del sistema y garantizar el correcto funcionamiento de los mismos.

Los componentes que se tendrá que dar mantenimiento son extractores, mangueras flexibles y circuito eléctrico de encendido

### **3.3.1 Mantenimiento de extractores**

El mantenimiento preventivo a realizar es la limpieza de las aspas del extractor ya que al ser un sistema para evacuar los gases de los motores estas se llenan de hollín luego de un tiempo considerable de uso

Previo a realizar la limpieza de las aspas se debe asegurar el corte del suministro eléctrico para evitar accidentes graves, una vez realizado el corte se retira la tapa de la chimenea y con la ayuda de un paño se procede a la limpieza de cada una de las aspas. Este mantenimiento se lo puede realizar de una a dos veces por año.



Figura 67: Mantenimiento de extractores

Fuente: Los autores

### **3.3.2 Mantenimiento de manguera flexible**

Se revisara eventualmente picaduras, cortes o cualquier anomalía a lo largo de la manguera flexible con el fin de evitar el escape de los gases.

### 3.3.3 Mantenimiento de circuito eléctrico de encendido

Dentro del circuito eléctrico se realizara un mantenimiento correctivo debido a que el desperfecto de algún componente ocasionara el fallo al momento del encendido del extractor de tal forma que se deberá sustituir el elemento dañado.



Figura 68: Mantenimiento eléctrico

Fuente: Los autores

## 4 CAPITULO 4

### ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Pruebas en el sistema

Luego de implementar el sistema dentro del taller IMA, se realiza las pruebas para garantizar la correcta evacuación de los gases hacia el exterior. Las pruebas se realizaron con el sistema funcionando y todas las tomas conectadas a un motor encendido.



Figura 69: Pruebas en el sistema

Fuente: Los autores

#### 4.1.1 Pruebas de encendido del extractor

Se presiona el botón de accionamiento y se verifica el funcionamiento del extractor así como el encendido de la luz indicadora en el tablero.

Para asegurarnos de que el extractor está aspirando por los acoples del sistema colocamos la mano en el extremo del acople o simplemente se coloca una hoja de papel en el extremo de los acoples y esta debe ser aspirada como se puede ver en la figura 70.



Figura 70: Prueba de aspiracion

Fuente: Los autores

#### 4.1.2 Prueba de unión acople – escape

Los tubos de escape de los vehículos y maquetas de motores son generalmente de tubería entre 2 y 3 pulgadas por lo cual se utiliza los pernos de fijación para el centrado y ajuste del acople al sistema de escape.

Esto garantiza una rápida salida de los gases de escape e impide la desconexión accidental debido a vibraciones propias del trabajo del motor.



Figura 71: Unión acople-escape

Fuente: Los autores



Figura 72: Centrado acople-escape

Fuente: Los autores

#### 4.1.3 Prueba de funcionamiento en el área de motores

Se ubican las cuatro maquetas en el área de motores ordenadas según la disposición de los acoples de extracción.



Figura 73: Prueba área de motores

Fuente: Los autores

Se realiza la unión de cada acople con su respectivo tubo de escape, asegurándose el centrado y la fijación mediante los pernos de ajuste. Procurar que la manguera este lo más lineal posible para mejorar la evacuación de los gases a mayor velocidad.



Figura 74: Centrado y fijación

Fuente: Los autores

Una vez asegurados los acoples, se enciende el sistema de extracción y los motores. Se revisa que no existan fugas en las uniones de las tuberías así como de las mangueras.



Figura 75: Encendido del sistema y motores

Fuente: Los autores

#### 4.1.4 Prueba de funcionamiento en el área de vehículos (fosa)

Se ingresan los dos vehículos en la fosa, se acopla el sistema a los tubos de escape de cada vehículo, se enciende el extractor y posteriormente los vehículos.

Se verifica que los gases estén saliendo en su totalidad por la manguera sin que queden residuos contaminantes dentro del taller.



Figura 76: Prueba en área de vehículos

Fuente: Los autores

#### 4.1.5 Medición de temperatura

Con los motores a temperatura normal de funcionamiento y el sistema de extracción accionado, se realizan las mediciones de temperatura de cada uno de los componentes con el objetivo de no exceder los límites de calor que soportan cada uno de ellos.

- Temperatura de acople: se encuentra directamente en contacto con el tubo de escape, su temperatura máxima fue 47°C.



Figura 77: Temperatura de acople

Fuente: Los autores

- Temperatura en manguera flexible: la temperatura máxima obtenida es de 36.4°C, se comparó con los datos técnico de la manguera la cual puede está en capacidad de soportar hasta 121°C como se pude ver en el anexo 1.



Figura 78: Temperatura de manguera flexible

Fuente: Los autores

- Temperatura en tubería secundaria y principal: el dato obtenido es de 34°C y 32.2°C respectivamente, estas temperaturas son bajas en relación a lo que puede soportar un tipo de tubería con estas características.



Figura 79: Temperatura de tubería

Fuente: Los autores

Las medidas de las temperaturas se tomaron en el área de motores pues en las maquetas se dan mayores temperatura que en los vehículos debido a que la distancia al múltiple de escape es menor en relación a la de un vehículo, aun así los valores máximos medidos con el sistema a plena carga no superan los 50°C en ninguno de los componentes, estas temperaturas no afectan en ningún acaso al rendimiento ni duración de los elementos. En todo caso para la manipulación se recomienda el uso de guantes como medida de seguridad.

#### **4.2 Contaminación de gases de escape en el taller IMA con el sistema en funcionamiento**

Con los motores encendidos y el sistema en funcionamiento se observa que con el acople y la aspiración de los extractores se evacua la totalidad de los gases de escape emanados por la combustión

Para la medición de los niveles de contaminantes que se encuentran en el ambiente del taller se realiza el mismo procedimiento de análisis de gases descrito en la página

24 del capítulo número 1 con la diferencia de que esta vez los vehículos y maquetas se encuentran conectados al sistema de evacuación de gases, lo que nos permite realizar una comparación de los niveles de contaminación a los que se exponen los ocupantes del taller antes y después de la implementación del sistema.

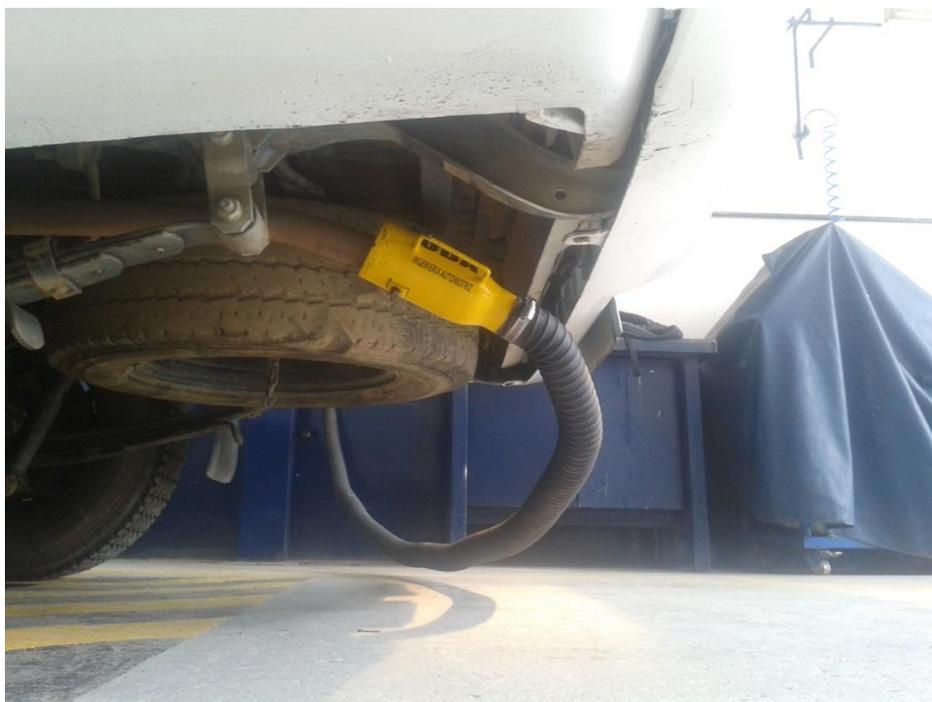


Figura 80: evacuacion total de gases

Fuente: Los autores

#### 4.2.1 Resultados Obtenidos

El caudal total aproximado que expulsan los cuatro motores en funcionamiento es de  $20,8 \text{ m}^3/\text{min}$  como se puede observar en la tabla 2.10 de la página 73. Teniendo en cuenta que el extractor empleado tiene una capacidad de aspiración de  $42\text{m}^3/\text{min}$  y que la aspiración se realiza de manera directa a la salida de los gases por lo tanto se da la evacuación total de los mismos, disminuyendo así la contaminación dentro del área de trabajo del taller.

### 4.3 Contaminación de ruido con el sistema en funcionamiento

Al tratarse de un taller de mecánica automotriz resulta difícil reducir los niveles de contaminación auditiva aun teniendo presente que las maquetas presentan silenciadores en sus motores. Por ello se ha enfocado más este tema en la reducción de los niveles de gases de escape presentes dentro de las instalaciones del taller IMA.

La eliminación o reducción de los niveles de ruido dentro de un taller automotriz es complejo debido a las diversas actividades en el interior del mismo, por ello se recomienda el uso de equipos de protección personal en este caso el uso de auriculares y tapones para reducir el riesgo de enfermedades laborales.



Figura 81: Equipo de protección auditiva

Fuente: <http://mecanicayseguridad.webs.com/equipodeproteccion.htm>. 22/11/2014

## CONCLUSIONES

- Partiendo de investigaciones realizadas por Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacionales (NIOSH, por sus siglas en inglés) envenenamientos por CO se demostró que con motores a gasolina dentro de lugares cerrados o con poca ventilación se llega rápidamente al límite permitido de 200ppm ( 10 minutos para 2832 metros cúbicos con un motor de 5 caballos de fuerza). En el taller IMA se llena el 22.91% del volumen total de aire del taller por cada hora que se mantengan encendidos los cuatro motores.
- Se realizó el estudio sobre los efectos en la salud que ocasiona la emisión de gases de escape y ruido, sabiendo que a exposición prolongada ocasiona enfermedades profesionales. Para reducir el riesgo se debe cumplir con la norma establecida en el Ministerio del Ambiente (Libro VI Anexo 4) para calidad de aire ambiente y la norma “LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES “libro IV anexo 5.
- Con las tomas debidamente acopladas al tubo de escape se puede observar cómo se da la evacuación forzada de la totalidad de los gases emitidos, por lo tanto se puede realizar las prácticas con los vehículos encendidos en el interior del taller sin que las emisiones afecten a la salud de las personas y sus actividades dentro del taller.
- Los diámetros de tubería de escape más comunes van desde 1 tres cuartos a 3 pulgadas por ello se diseñó los acoples con una parte cónica para que permita unión acople-escape y puedan salir los gases sin que queden residuos al interior del taller.
- El sistema que se ha implementado resulta ser el más conveniente según relación costo-beneficio, existen sistemas de extracción modernos y con

mayor tecnología, pero es grande la diferencia de costos entre ambos sistemas y obteniendo los mismos resultados.

- Se colocó el número de tomas necesarias para el uso del taller, pero los extractores colocados tienen una capacidad de extracción mayor (hasta 6 tomas) con la misma eficacia. Por tanto, se deja la posibilidad para una futura ampliación, con más tomas para gases de escape dentro del taller IMA según se pueda requerir.
- En el mercado nacional existe una amplia variedad de mangueras con distintas características y costos, para el uso que se le dará se tiene que tomar en cuenta principalmente las características de flexibilidad y resistencia al calor y la corrosión

## **RECOMENDACIONES**

- Al encontrarse realizando actividades dentro del taller automotriz se debe utilizar siempre equipo de protección personal para reducir el riesgo de accidentes o enfermedades laborales.
- Se deben utilizar guantes de protección para manipular el sistema debido a la temperatura de salida de los gases, para evitar quemaduras durante el contacto con los acoples y mangueras.
- Los motores se deberán poner en marcha después de que el sistema de extracción esté en funcionamiento para garantizar la correcta y total evacuación de los gases.

## BIBLIOGRAFIA

- (NIOSH), I. N. (Diciembre de 1996). *www.cdc.gov*. Recuperado el 07 de Abril de 2015, de [http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118\\_sp/](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118_sp/)
- © AS S.L.U. (2014). <http://www.as-sl.com/>. Recuperado el 23 de 02 de 2015, de [http://www.as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](http://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf)
- AERSERVICE. (s.f.). *Grupo VirtualExpo*. Recuperado el 11 de junio de 2014, de [http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item\\_970687](http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item_970687)
- ALVAREZ HEREDIA, F. (2006). *Salud Ocupacional / Francisco Alvarez Heredia*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- ANSHUL. (19 de marzo de 2010). *Templatelite.com*. Recuperado el 13 de mayo de 2014, de <http://contaminacionambientaldelplaneta.blogspot.com/2010/03/contaminacion-por-emisiones.html>
- AUGERI, F. (11 de enero de 2011). *www.cise.com*. Recuperado el 13 de mayo de 2014, de Análisis de los gases de escape de los motores de combustión interna: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html>
- CENGEL, Y. A. (2012). *Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones*. Mexico: Mc Graw Hill.
- CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA. (2006). Contaminación del Aire. En C. d. deCuenca, *Contaminación del Aire* (págs. 19-23). Cuenca: Ingrafica Cia.Ltda.
- CLARE, P. (s.f.). *AUTOTEK*. Recuperado el 28 de mayo de 2014, de <http://www.atkcr.com/combustion.html>

- DIAZ, A. (26 de Noviembre de 2012). *www.ecologismo.com*. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de <http://www.ecologismo.com/cambio-climatico/particulas-y-hollin-causas-del-calentamiento-global/>
- FRANCISCO, A. H. (2006). Salud Ocupacional / Francisco Alvarez Heredia. En *El Ruido* (págs. 120- 135). Bogota: Ecoe.
- HARRIS, C. M. (1995). *Manual de medidas Acusticas y Control del Ruido*. Madrid: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (s.f.). Sustancias Corrosivas, Irritantes y Toxicas. En *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo* (págs. Art.65 numeral 4, literal d: pag.28). Decreto 2393.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. (16 de 05 de 2013). *Ministerio del Ambiente www.ambiente.gob.ec*. Recuperado el 30 de 05 de 2014, de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>
- NAVARRETE, C. (02 de mayo de 2010). <http://cambiomedioambiental.blogspot.com/>. Recuperado el 26 de mayo de 2014, de <http://cambiomedioambiental.blogspot.com/2010/05/paises-de-emision-de-contaminacion.html>
- NTE INEN, 2. 2. (2002). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002. En *Limites permitidos de emisiones producidas por fuentes moviles terrestres a gasolina*. Quito.
- ORTMANN, R. (2003). *Técnica de los gases de escape para motores de gasolina*. Alemania: Reverte, 2003.
- PALAZON, R. M. (pag.7). *consideraciones acerca del diseño de chimeneas*. [www.areadecalculo.com](http://www.areadecalculo.com).
- PLASENCIA SÁNCHEZ, E., & CABRERA CARRANZA, C. (12 de jul./dic de 2009). *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal cienc. geogr v.12 n.24 Lima*. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de

[http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S1561-08882009000200015&script=sci\\_arttext](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S1561-08882009000200015&script=sci_arttext)

- SODECA. (s.f.). ©2012 SODECA. *Todos los derechos reservados*. Recuperado el 20 de junio de 2014, de [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf)
- Texto Unificado del Ministerio de Ambiente. (Libro VI anexo 5). *“Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Moviles, y para vibraciones*. TULAS.
- Wikipedia, c. d. (6 de Febrero de 2014). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Recuperado el 22 de mayo de 2014, de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Son%C3%B3metro&oldid=72368550>.
- AERSERVICE. (s.f.). *Grupo VirtualExpo*. Recuperado el 11 de junio de 2014, de [http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item\\_970687](http://www.directindustry.es/prod/aerservice/extractores-moviles-gases-escape-vehiculos-56866-511978.html#product-item_970687)
- AUGERI, F. (11 de enero de 2011). *www.cise.com*. Recuperado el 13 de mayo de 2014, de Análisis de los gases de escape de los motores de combustión interna: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html>
- CLARE, P. (s.f.). *AUTOTEK*. Recuperado el 28 de mayo de 2014, de <http://www.atkcr.com/combustion.html>
- DIAZ, A. (26 de Noviembre de 2012). *www.ecologismo.com*. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de <http://www.ecologismo.com/cambio-climatico/particulas-y-hollin-causas-del-calentamiento-global/>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. (16 de 05 de 2013). *Ministerio del Ambiente www.ambiente.gob.ec*. Recuperado el 30 de 05 de 2014, de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

- NAVARRETE, C. (02 de mayo de 2010). *<http://cambiomedioambiental.blogspot.com/>*. Recuperado el 26 de mayo de 2014, de <http://cambiomedioambiental.blogspot.com/2010/05/paises-de-emision-de-contaminacion.html>
- PLASENCIA SÁNCHEZ, E., & CABRERA CARRANZA, C. (12 de jul./dic de 2009). *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal cienc. geogr v.12 n.24 Lima*. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de [http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S1561-08882009000200015&script=sci\\_arttext](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S1561-08882009000200015&script=sci_arttext)
- SODECA. (s.f.). ©2012 SODECA. *Todos los derechos reservados*. Recuperado el 20 de junio de 2014, de [http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica\\_02.pdf](http://www.sodeca.com/img/es/InformacioTecnica_02.pdf)

**ANEXO No. 1**

Mangueras hidráulicas



**ENGINEERING AND TECHNICAL DATA**  
**Flexaust® CWC**

**Construcción:** neopreno recubierto de manguera de tela de poliéster de doble capa reforzada con un alambre de acero.



**Características del producto:**

- Buena resistencia a la compresión y resistencia a la tracción
- Revestimiento de neopreno ofrece una excelente abrasión y resistencia química
- Buena flexibilidad
- Más duradero que las mangueras de algodón de doble pliegue
- Listado como UL 94V-0 piroretardante
- Revestimientos adicionales disponibles para una mejor la abrasión y / o la resistencia química

**Aplicaciones:** Recomendado para aplicaciones de control de polvo.

**Rango de temperatura:** -40 ° F a 250 ° F

**Longitud estándar:** 25 Pies

**Color estándar:** Negro



Dirección: Av. España 4-16 y Madrid (Frente al terminal)  
Telf: 2864641 / 2867106 Telefax: 2868480 Cuenca – Ecuador  
[www.chcmanguerashidraulicas.com](http://www.chcmanguerashidraulicas.com)

ANEXO No. 2

Elevado  
caudal de aire...  
fresco



ventiladores  
INDUSTRIALES  
AXIALES

SIEMENS

## Ventiladores industriales axiales

La técnica de ventilación impone diversas exigencias a los ventiladores, por lo que se necesitan muchos tipos de ellos. Hay que diferenciar entre dos tipos constructivos básicos: Ventiladores radiales y ventiladores axiales.

En los ventiladores axiales el aire fluye a través del ventilador en dirección axial. Estos ventiladores transportan cantidades grandes de aire (caudales) con pequeños aumentos de presión.



# Ventiladores Axiales

## Características técnicas

Los ventiladores axiales con elevado caudal de aire son especialmente aptos para ser instalados sobre paredes o ductos, en cualquier posición axial.

Para su montaje debe tenerse en cuenta la función deseada: extracción o inyección, ya que el aire debe circular en dirección de las aspas al motor, para lo cual el sentido de giro del motor debe ser hacia la derecha. Un cambio en el sentido de rotación reduce en un 35% el caudal nominal de aire.

Su ejecución mecánica se basa en una tobera cilíndrica en lámina de acero (laminado en frío) con dos recubrimientos de pintura, una anticorrosiva, en casos de humedad, y otra de acabado color gris.

El motor se fija por medio de cuatro soportes equidistantes, un extremo apoyado sobre una abrazadera alrededor de este y el otro al cilindro del ventilador. La rueda de aletas plásticas, en polipropileno de alta resistencia o, bajo pedido, en fundición de aluminio, se fija directamente al eje del motor, no siendo necesaria una brida especial.

Los valores de caudal de aire se basan en una sobrepresión estática equivalente a 0 Pa/m<sup>2</sup> y en un medio a transportar con peso específico de 1.23 Kg/m<sup>3</sup>, correspondiente al aire a una temperatura de 15° C. y 76 mm. columna de mercurio.

### Con motor monofásico

Este tipo de ventilador se construye en diámetros desde 250 mm. hasta 500 mm., con motor sin interruptor centrífugo, es decir, con arranque por condensador para servicio permanente en redes de 110 V., 60 Hz. ó, bajo pedido, a 150 V., en ambos casos a 1800 rpm.

El motor viene con carcasa en lámina de acero totalmente cerrado, protección IP44, con el condensador sobre el platillo posterior; de esta manera el aire circula libremente sin resistencias ni turbulencias a través de la superficie del motor, aumentando su caudal nominal y reduciendo el nivel de ruido.

### Con motor trifásico

Este tipo de ventiladores se construye en diámetros desde 400 mm. hasta 710 mm., con motores totalmente cerrados, clase de protección IP44, a 1800 y 1200 rpm., para redes de 220/440 V., 60 Hz. ó voltajes de 260 V. y 380 V., bajo pedido.

Para la protección eléctrica del motor se aconseja utilizar un guardamotor SIBUS 3RV como protección contra cortocircuito, sobrecarga y marcha en dos fases, producidas por bajos voltajes o fallas en la red de alimentación, adicionalmente permite la conexión y desconexión de la red.

### Datos Técnicos

Tipo	Diámetro mm.	Caudal m <sup>3</sup> /s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Deposito	
<b>Con motor monofásico, 110 V., 4 polos, 1800 RPM</b>				<b>110V</b>				
2CCJ 254-SYCJ	250	0.38	0.050	0.8	62	5.0	01181	
2CCJ 314-SYCJ	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182	
2CCJ 354-SYCJ	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183	
2CCJ 404-SYCJ	400	1.45	0.230	3.2	74	8.0	01184	
2CCJ 504-SYAJ	500	2.90	0.700	8.1	78	23.5	01185	
<b>Con motor trifásico, 220/440 V., 4 polos, 1800 RPM</b>				<b>220V 440V</b>				
2CCJ 404-SY86	400	1.45	0.30	1.14	0.57	74	7.0	01186
2CCJ 504-SY86	500	2.90	0.66	3.00	1.50	78	21.5	01187
2CCJ 634-SY86	630	5.33	1.60	6.40	3.30	87	30.5	01188
2CCJ 714-SY86	710	8.37	3.58	14.00	7.00	91	46.0	01189
<b>Con motor trifásico, 220/440 V., 6 polos, 1200 RPM</b>								
2CCJ 506-SY86	500	1.91	0.19	1.22	0.61	68	18.5	01190
2CCJ 636-SY86	630	3.55	0.51	3.10	1.55	76	25.0	01191
2CCJ 716-SY86	710	5.37	1.30	6.70	3.35	80	32.5	01192

<sup>a</sup> Con aje de aluminio.

## Amplia gama de selección

La selección de un ventilador se efectúa tomando en cuenta las condiciones de montaje y los datos característicos exigidos: caudal y sobrepresión.

### Determinación del caudal

El caudal requerido para ventilar adecuadamente un local puede ser calculado, generalmente, en dependencia del volumen del local que debe ventilarse y de la frecuencia de cambio de aire por hora, mediante la relación:

$$Q = \frac{V \times (Nh)}{3600}$$

Donde:

Q = Caudal de aire requerido (m<sup>3</sup>/seg)

V = Volumen del local a ventilar (m<sup>3</sup>)

Nh = Número de renovaciones por hora

En lugares donde se aglomeran personas, como cines, teatros, colegios, comedores, discotecas, etc., se recomienda calcular el caudal de aire a remover con base en el aire necesario por persona/hora, teniendo en cuenta el aire viciado (fumadores) y el calor producido por los cuerpos.

### Caudal de aire a remover

Aire exterior °C	Cantidad de aire requerido	
	No fumadores m <sup>3</sup> /h	Fumadores m <sup>3</sup> /h
0 a 26	20	30
>26	15	23

Otro parámetro a considerar es la sobrepresión estática (la que vence las resistencias del sistema donde se encuentra el ventilador), ya que ella influye sobre el caudal de aire.

Para ventiladores instalados en locales (por ejemplo cuando se montan en paredes), 20 a 50 Pa, aproximadamente, son suficientes. Si se conectan tuberías o aparatos para tratamiento de aire, hay que añadir la resistencia que producen. Los casos más comunes son:

- 1) Sin persianas ni filtros  
Sobrepresión estática: 0 N/m<sup>2</sup>
- 2) Con persianas pero sin filtros  
Sobrepresión estática: 10 a 30 N/m<sup>2</sup>
- 3) Con persianas y filtros  
Sobrepresión estática: 50 a 100 N/m<sup>2</sup>.



Con motor monofásico

### Caudal de aire Q (m<sup>3</sup>/h) impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas\*

Ventilador tipo	Sobrepresión N/m <sup>2</sup>						
	0	30	50	100	150	200	300
20C2 254	0.38	0.25	0.16				
20C2 314	0.70	0.60	0.53				
20C2 354	1.01	0.90	0.87	0.50			
20C2 404	1.45	1.30	1.18	0.90			
20C2 504	2.93	2.75	2.70	2.40	2.17	1.80	
20C2 634	5.33	5.20	5.10	4.76	4.50	4.10	2.45
20C2 714	8.37	8.20	8.10	7.80	7.80	7.00	6.00
20C2 906	1.92	1.75	-	-	-		
20C2 636	3.55	3.32	3.10	2.50	1.85		
20C2 716	5.27	5.25	4.98	4.48	3.84	3.10	

\* Aire impulsado por los ventiladores Siemens.

Con motor trifásico



## Ejemplos

Dependiendo de las condiciones físicas del local, se pueden usar dos o más ventiladores uniformemente distribuidos, cuya suma de caudales sea equivalente al caudal total requerido.

### Ejemplo 1

Se pretende ventilar un taller de mecánica cuyo volumen es de 1800 m<sup>3</sup>. Para no contaminar el aire externo se instala un filtro. La red disponible es trifásica de 220V.

Renovaciones recomendadas 10 por hora.

Caudal necesario:

$$Q = \frac{1800 \text{ m}^3 \times 10}{3600} = 5.0 \text{ m}^3/\text{h}$$

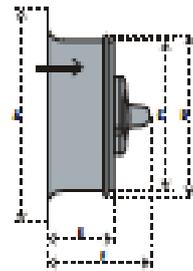
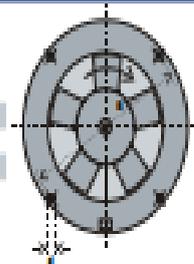
Debido al filtro, la sobrepresión estática será de 100 N/m<sup>2</sup>, por lo que se deberá seleccionar un ventilador tipo ZCC1 714, No. de Depósito 01189 cuyo caudal, a dicha presión, es de 7.8 m<sup>3</sup>/h. Para su protección se recomienda usar un guardamotor 3RV1001 4AA10, No. de Depósito 26873, regulado a la corriente nominal del motor a 220 V, 14.0 A.

Igualmente pueden ser utilizados dos ventiladores tipo ZCC2 504, cuyo caudal total es 2 x 2.4 m<sup>3</sup>/h = 4.8 m<sup>3</sup>/h.

### Dimensiones generales

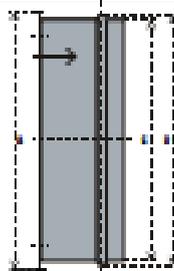
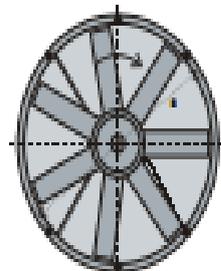
#### Mono-fásicos

Tipo	A	B	C	D	E	F	d
ZCC2 254-SYCB	360	340	252	262	145	215	10.5
ZCC2 314-SYCB	430	410	318	328	145	238	10.5
ZCC2 354-SYCB	465	445	356	366	145	236	10.5
ZCC2 404-SYCB	515	490	402	412	145	234	10.5
ZCC2 404-SYBB	515	490	402	412	145	206	10.5



#### Trifásicos

Tipo	A	B	C	D	E	d
ZCC2 504-SYAB	554	528	504	518	-	11.5
ZCC2 504-SYBB	554	528	504	518	-	11.5
ZCC2 634-SYBB	685	660	634	648	-	11.5
ZCC1 714-SYBB*	765	740	714	728	-	11.5
ZCC2 506-SYBB	554	528	504	518	260	11.5
ZCC2 636-SYBB	685	660	634	648	300	11.5
ZCC2 716-SYBB	765	740	714	728	320	11.5



\* Con aleta de aluminio

**Ejemplo 2**

Se desea ventilar, en Bogotá, una taberna donde concurren 150 personas fumadoras, se utilizan peninas (sobre presión estática 30 N/m<sup>2</sup>). La red disponible es monofásica de 110 V.

Cantidad de aire requerida: 150 h x 30 m<sup>3</sup>/h = 4500 m<sup>3</sup>

Caudal necesario:

$$Q = \frac{4500 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} = 1.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

De acuerdo a la tabla de caudales, puede ser utilizado un ventilador tipo ZCC2 404 cuyo caudal, a dicha presión, es de 1.3 m<sup>3</sup>/s. El guardamotor recomendado en este caso (monofásico), es el SRV1011 1AA10 No. de Depósito 26863, regulado a un tercio de la corriente nominal (3.2 A.), o sea 1.1 A., conectándose en paralelo sus tres vías de alimentación.

Igualmente pueden ser usados cinco ventiladores tipo ZCC2 254 cuyo caudal total es 5 x 0.25 m<sup>3</sup>/s. = 1.25 m<sup>3</sup>/s.

Guardamotor Setra SRV1021



**Guardamotors**

Bimetálico (A)	Número de Depósito
0.7 - 1.0	26862
1.1 - 1.6	26863
1.4 - 2.0	26864
1.8 - 2.5	26865
2.2 - 3.2	26866
2.8 - 4.0	26867
3.5 - 5.0	26868
4.5 - 6.3	26869
5.5 - 8.0	26870
7.0 - 10.0	26871
9.0 - 12.0	26872
11.0 - 16.0	26873

**Renovaciones de aire recomendadas\***

	Renovaciones por hora
Iglesias	1 - 4
Habitaciones de viviendas	3 - 5
Oficinas y despachos	5 - 8
Salas de conferencias, aulas y escuelas	4 - 10
Restaurantes, casinos y comedores	5 - 10
Comercios en general	6 - 10
Cuartos de baño y guardatopas	8 - 10
Salas de acumulaciones	8 - 15
Supermercados	8 - 15
Cafés y bares	10 - 12
Salas de espectáculos y baile	10 - 15
Clinicas, hospitales y laboratorios	6 - 10
Clinicas de cirugía y quirófanos	10 - 20
Sanitarios públicos	15 - 20
Salas de enfermos infecciosos	20 - 40
Sótanos y almacenaje	6 - 12
Sótanos de estacionamiento	10 - 15
Cuartos de lavatos	10 - 20
Cocinas, reposterías y pastelerías	10 - 20
Paraderías	20 - 30
Talleres, fábricas y almacenes	6 - 12
Manufacturas, textiles y del papel	10 - 20
Salas de copias y fotografía	12 - 20
Fábricas de producción insalubres	12 - 25
Tintorerías, lavanderías y salas de máquinas	15 - 20
Centrales eléctricas	15 - 30
Salas de calderas	20 - 30
Fundiciones	20 - 30
Quemadores de basura y residuos	20 - 40
Talleres de pintura	25 - 50
Hornos de cocción	30 - 60

\* Valor de orientación para algunos locales comunes en la práctica.

## Siemens, Calidad bien certificada

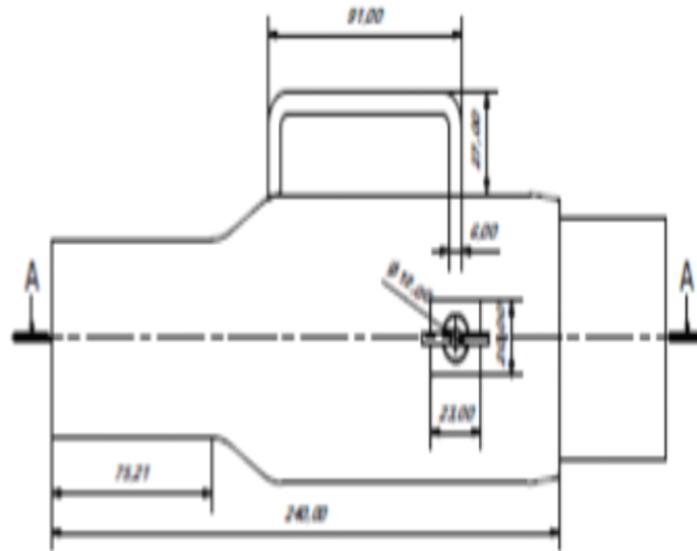


**Siemens S.A.**  
Productores Eléctricos Industriales

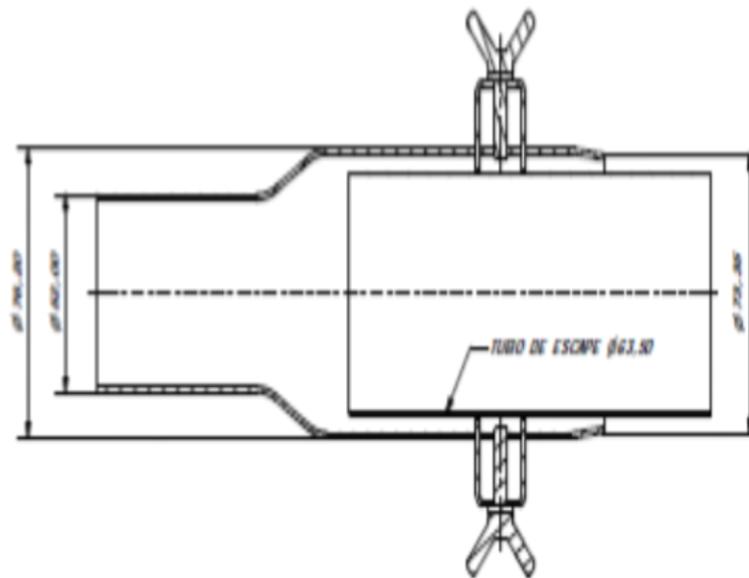
Colombia  
Fábrica y Sede principal  
Bogotá  
Cra. 85 No. 11-50  
tel. 2942440 - 2942567  
fax. 2942254  
☎ 80150

[www.siemensaandina.com/industria.htm](http://www.siemensaandina.com/industria.htm)

ANEXO No. 3

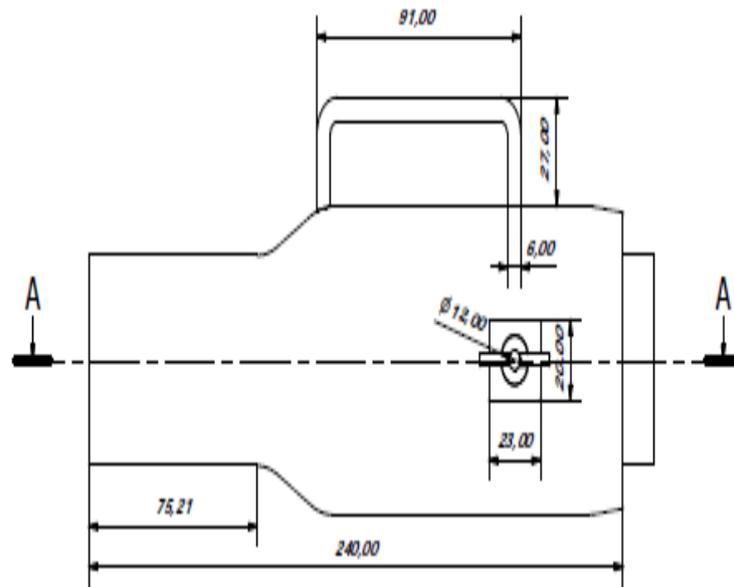


CORTE A-A

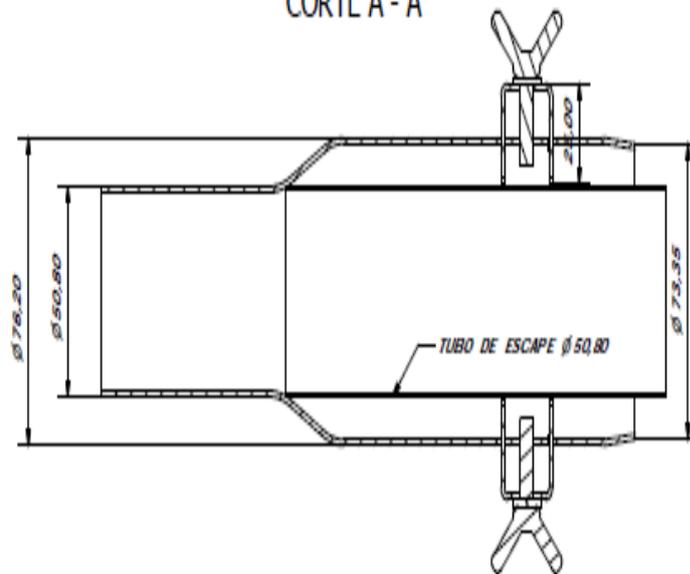


POS. CABT.	DE NOMINACION	NOMBRE	MATERIAL	NOTAS
Excels 1.1.5	Fecha	 <b>UNIVERSIDAD DEL AZULE</b> FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA		
<b>CONECTOR</b>				
		Especialidad: I.M.A	Nº:	

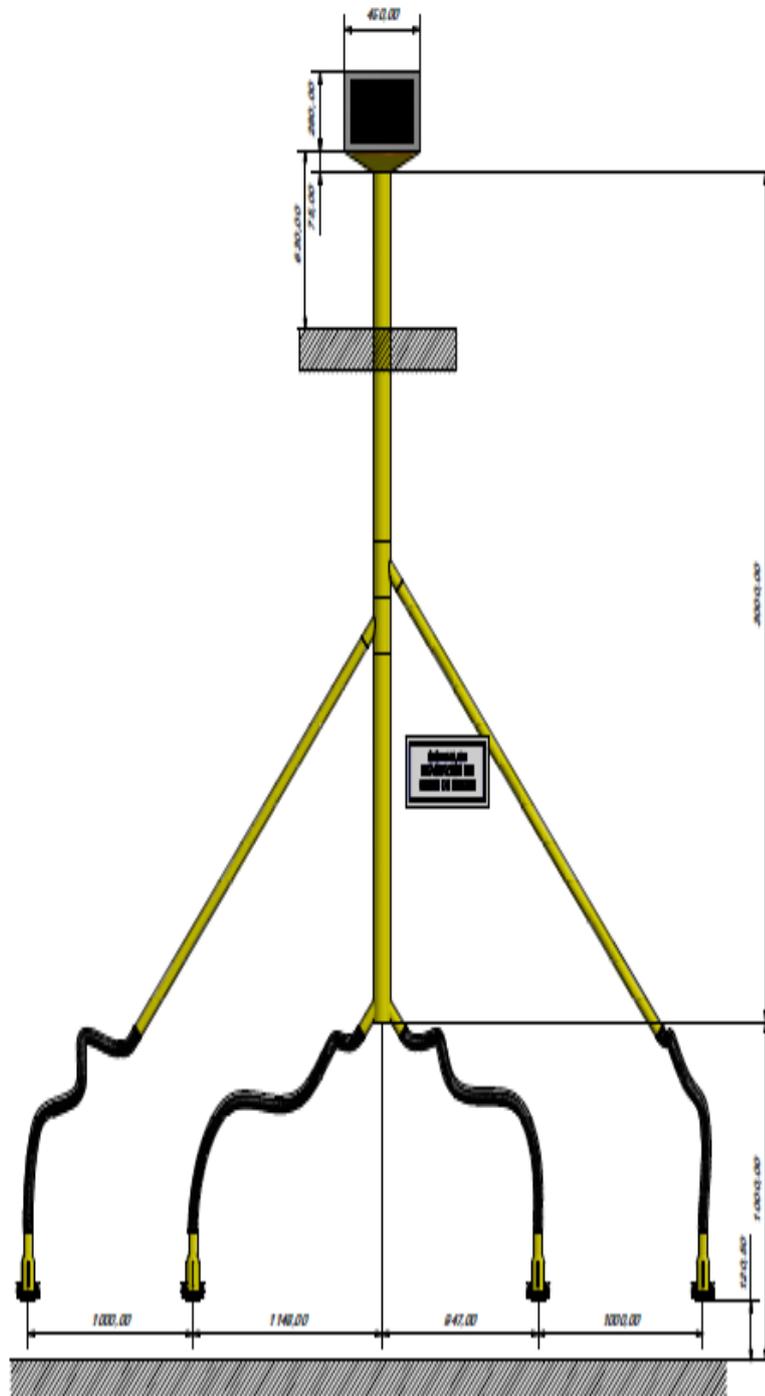
ANEXO No. 4



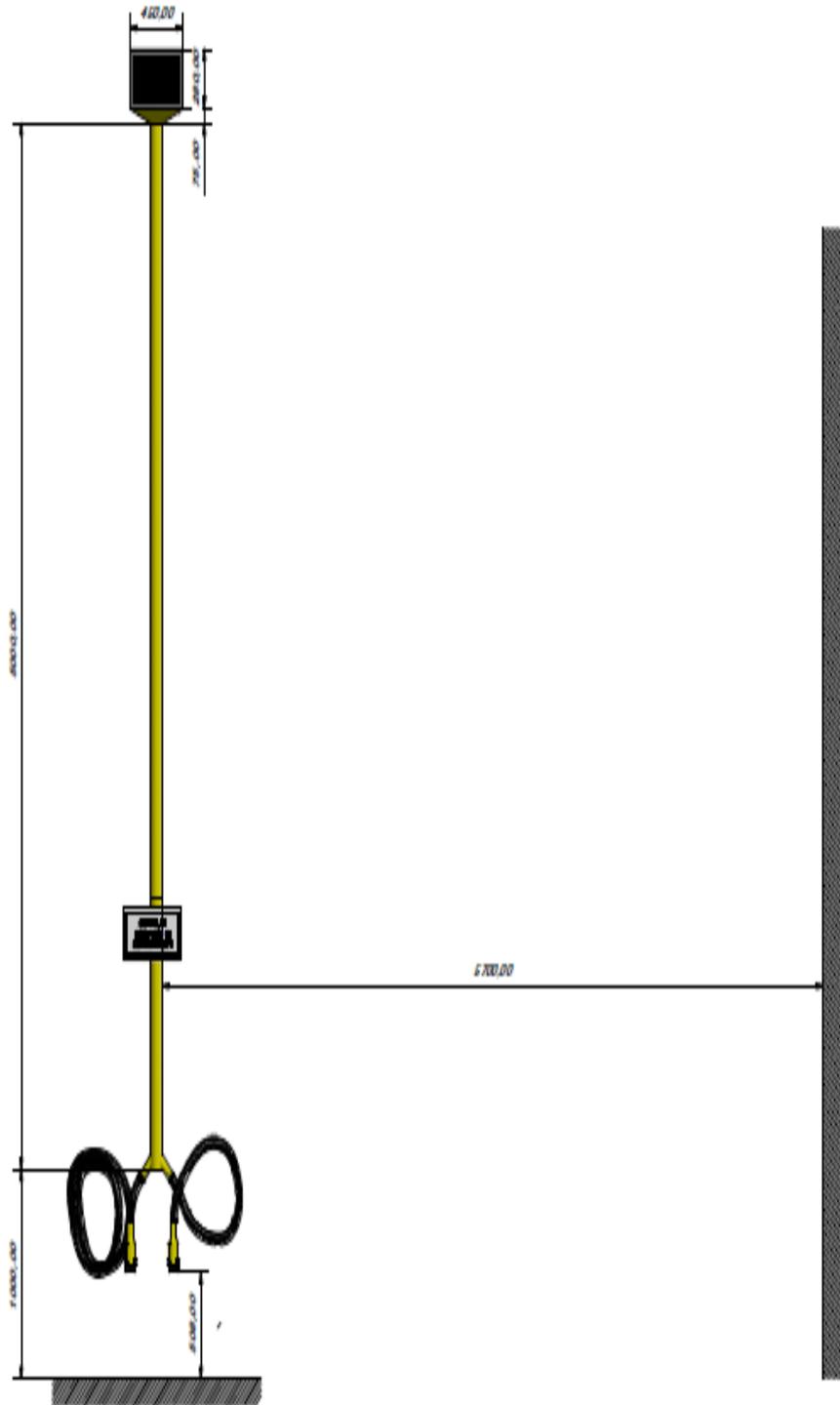
CORTE A - A



POS.	CANT.	DENOMINACION	NORMA	MATERIAL	NOTAS
Escala: 1:1,5		Fecha:	 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA		
<b>CONECTOR</b>					
			Especialidad: IMA	IP:	

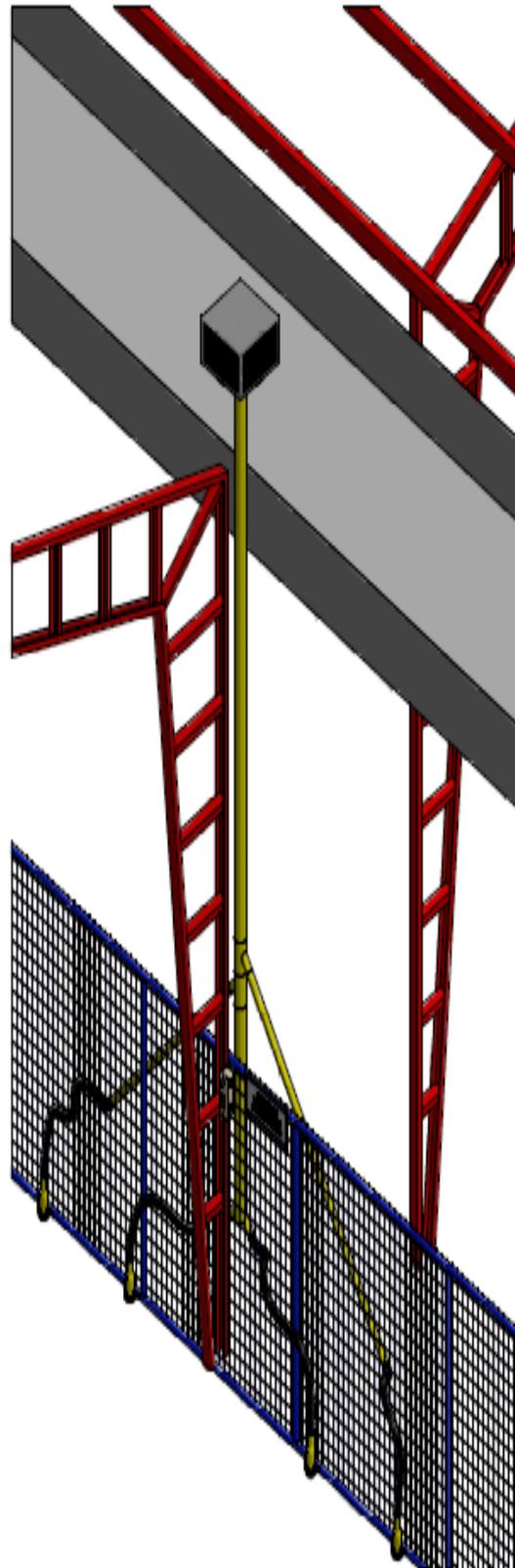


PES	CANT.	DENOMINACION	NORMA	MATERIAL	NOTAS
ENCAB-1.1A	1	FIGURA			
		<b>SISTEMA DE EVACUACION DE GASES (AREA DE MOTORES)</b>	UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	diseño exterior - motor - area de	
				especificación I.M.A.	Nº

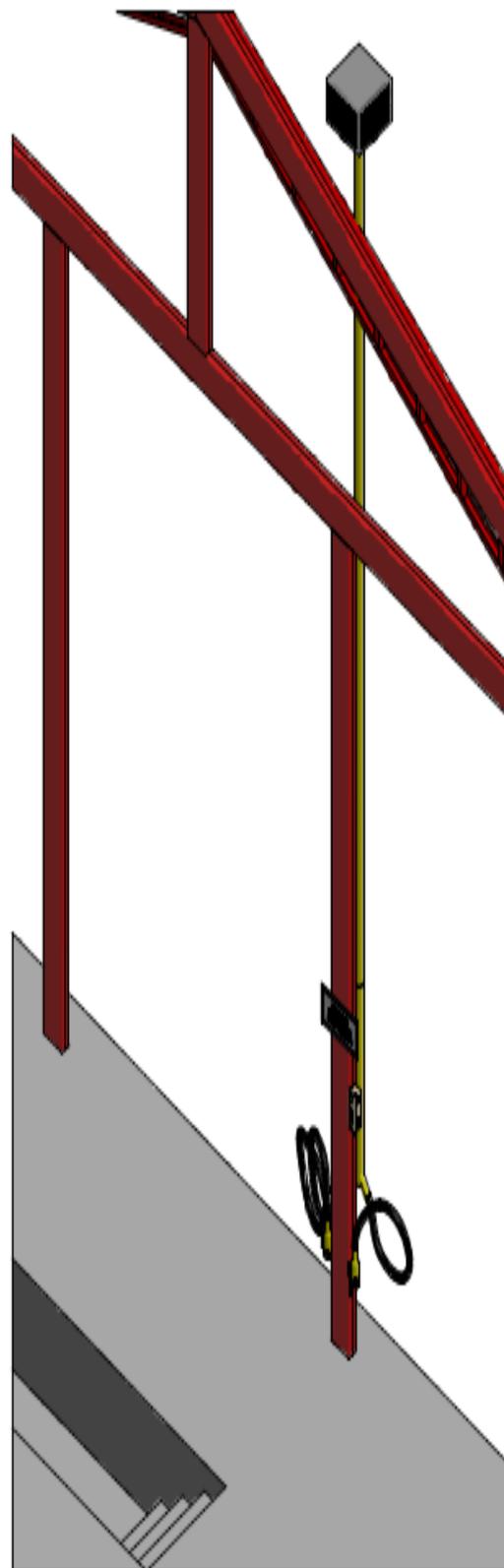


FECS	CANT.	DESCRIPCION	NOVENA	MATERIAL	NOTAS
ENCUBO	1 PCCO		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA		
SISTEMA DE EVACUACION DE GASES (AREA DE LA FOSA)				según sistema - modelo especificación LMA	ANEXO N°

ANEXO No. 5

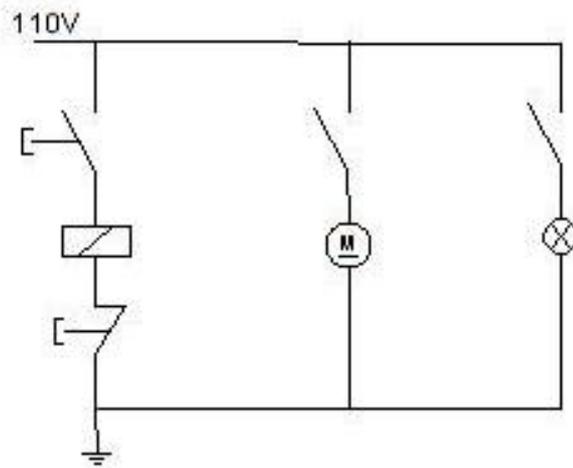


FDS	CANT.	DESCRIPCION	UNIDAD	MATERIAL	NOTAS
ENCINA-1.00		FICION			UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
MODELADO DEL SISTEMA EN EL AREA DE MOTORES					estilo sistema - nombre sistema apellidos i.n.a n°



POS	CANT.	DENOMINACION	ACABA	MATERIAL	NOTAS
EXCM-1.02	1	FOCO			
<b>MODELADO DEL SISTEMA EN EL AREA DE LA FOSA</b>			 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	objeto examen - examen especificaciones LMA	#

Anexo 6



POS.	CANT.	DENOMINACION	NORMA	MATERIAL	NOTAS
Escala:		Factor	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA		
		CIRCUITO ELECTRICO DEL EXTRACTOR DE GASES		Dibujo: Estrada-Narvaez Especialidad: I.M.A.	Anexos N°: