



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL DE CONTAMINANTES DEBIDOS AL TRÁFICO RODADO EN LA CIUDAD DE PIURA

José Vásquez-Dominguez

Piura, abril de 2005

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Vásquez, J. (2005). *Evaluación y control ambiental de contaminantes debidos al tráfico rodado en la ciudad de Piura* (Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Evaluación y control ambiental de contaminantes debidos al tráfico rodado en la ciudad de Piura”

Tesis para optar por el Título de
Ingeniero Civil

JOSÉ ANTONIO VÁSQUEZ DOMINGUEZ

Asesora: Ing. Ana María Chávez de Allain

Piura, Abril 2005

PRÓLOGO

La calidad del aire en la ciudad de Piura está sufriendo una disminución debido a muchos factores en el entorno, como son: La alta tasa de motorización, vehículos antiguos mal mantenidos, incremento de vehículos sin revisiones técnicas, la multiplicación de vehículos usados importados, vehículos sin controladores de emisiones químicas etc. Estos factores originan un problema serio en las ciudades urbanas de nuestro país y América latina. Como resultado de ello se ha dado un incremento en los principales contaminantes del aire (CO, PTS, NO_x, SO₂, COV, Pb, COV_{evap.}), que son una amenaza a la salud de toda la comunidad piurana.

Se encontró que la información requerida era dispersa y de disponibilidad limitada. Las entidades relacionadas al tema, no trabajan en conjunto y no existe una entidad responsable de compilar toda la información del parque automotor y de mantener actualizada dicha base. Es por eso que es muy importante la elaboración de un plan estratégico para la medición de contaminantes químicos y físicos (ruido), debido a que afectan de forma directa a la salud y producen malestar en la población de la ciudad de Piura.

Agradezco a todas las personas que apoyaron en la realización e impresión de este proyecto de tesis, brindando información puntual para el análisis de los distintos factores que presenta este proyecto.

RESUMEN

La presente investigación estima y evalúa los contaminantes químicos mediante un inventario rápido establecido por la Organización Mundial de la Salud. Para ello se emplearon datos del parque automotor obtenidos por diversas entidades públicas. Además en este proyecto se evaluaron contaminantes físicos (ruido), mediante mediciones del nivel de presión sonora continua equivalente (Leq) en zonas críticas de las intersecciones de las principales avenidas de la ciudad de Piura.

Con los resultados obtenidos, se plantearon estrategias de control para emisiones químicas según las características de los vehículos. Estas estrategias, han sido establecidas de acuerdo a características del parque automotor, estableciéndose plazos de ejecución referenciales. Las estrategias de control de emisiones físicas han sido enfocadas según el nivel de presión de ruido tanto para avenidas en construcción como en operación.

Finalmente, se exponen una serie de conclusiones y recomendaciones, entre las que destaca la cultura con respecto al ambiente por parte del usuario del transporte vehicular y la necesidad de campañas de concientización para mejorar la educación ambiental de las generaciones jóvenes.

“Evaluación y control ambiental de contaminantes debidos al tráfico rodado en la ciudad de Piura”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<u>CAPITULO I: CONTAMINACIÓN DEL AIRE DEBIDO AL TRÁFICO RODADO.....</u>	3
1.1 Emisiones de contaminantes por el tráfico rodado.	4
1.1.1. Contaminantes químicos.....	4
1.1.2 Tipos de emisiones de contaminantes atmosféricos.....	4
A. Emisiones por tubo de escape.....	5
B. Las Emisiones evaporativas de hidrocarburos.....	5
1. Emisiones evaporativas en marcha	
2. Emisiones evaporativas diurnas	
C. Emisiones evaporativas en caliente.....	5
1.1.3 Parámetros involucrados por emisiones químicas.....	6
1.1.4. Contaminantes físicos (ruido ambiental).....	6
1.1.4.1. Niveles de referencia de la presión sonora.	
1.1.4.2. Nivel sonoro continuo equivalente (Leq).	
1.2 Reglamentación ambiental existente.....	10
1.2.1. Relacionada con contaminantes químicos del aire.....	10
1.2.2. Relacionada con contaminantes físicos del aire (ruido).....	11
1.2.2.1. Normativas de acuerdo a la ordenanza N°04-96 C/ CPP.....	11
1.2.2.2. Prohibiciones de acuerdo a la ordenanza N°04-96 C/ CPP.....	12
1.2.2.3. Excepciones.....	13
<u>CAPITULO II: EFECTOS SOBRE LA SALUD DE CONTAMINANTES DEBIDOS AL TRÁFICO RODADO.....</u>	14
2.1 Efectos debidos a contaminantes atmosféricos químicos.....	14
2.1.1 Monóxido de carbono (CO).....	14
2.1.2 Óxidos de nitrógeno (NOx).....	15
2.1.3 Hidrocarburos.....	17
2.1.4 Dióxido de azufre.....	17

2.1.5	Partículas Totales en Suspensión (PTS).....	18
2.1.6	Plomo.....	19
2.2	Efectos debidos a contaminantes físicos (Ruido ambiental).....	19
2.2.1	Efectos auditivos.....	20
2.2.2	Efectos no auditivos.....	20
2.2.3	Efectos fisiológicos.....	20
2.2.4	Efectos extra-auditivos.....	21
2.2.5	Efectos sobre el comportamiento.....	21
2.2.6	Efectos sobre la salud mental.....	22
<u>CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE PIURA.....</u>		23
3.1	Estimación del parque automotor del año 2004.....	23
3.2	Cuantificación de vehículos mayores.....	25
3.2.1.	Según tipo de combustible.....	25
3.2.2.	Según antigüedad	25
3.2.3.	Según el peso de camiones.....	25
3.2.4.	Según la cilindrada.....	25
3.3	Cuantificación de vehículos menores.....	25
3.3.1.	Motos lineales y mototaxis.....	25
3.3.2.	Motos lineales informales.....	26
3.4	Estimación de la distancia promedio recorrida por año.....	26
<u>CAPITULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO RÁPIDO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), APLICADO A TRÁFICO RODADO.....</u>		33
4.1	Metodología para el inventario rápido de contaminantes químicos según la OMS.....	33
4.1.1.	Antecedentes.....	33
4.1.2.	Descripción de la metodología.....	33
4.1.2.1.	Emisiones de escape.....	34
4.1.2.2.	Emisiones evaporativas.....	35
4.1.3.	Ventajas y desventajas.....	36

4.2 Aplicación de la metodología para la ciudad de Piura..... 36

- 4.2.1. Cálculo de emisiones por escape: Partículas Totales en Suspensión (PTS) para vehículos Diesel..... 36
- 4.2.2. Cálculo de emisiones evaporativas de COV para vehículos a carburador e inyección..... 37
- 4.2.3. Resultados obtenidos..... 41
- 4.2.4. Evaluación de resultados con los LMPs..... 51

CAPITULO V.- EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS DEBIDOS AL TRÁFICO RODADO..... 55

5.1 Estudio de flujo vehicular en avenidas principales..... 55

- 5.1.1. Número de vehículos que transitan en la intersección..... 55
- 5.1.2. Horario de muestreo en intersecciones..... 55
- 5.1.3. Factores de conversión a unidad vehicular equivalente..... 56
- 5.1.4. Flujo vehicular máximo..... 56

5.2 Zonificación de puntos de medición de nivel de presión sonora..... 56

- 5.2.1. Zona residencial..... 57
- 5.2.2. Zona comercial..... 57
- 5.2.3. Zona industrial..... 57

5.3 Medición de niveles de ruido..... 59

- 5.3.1. Metodología para la evaluación de nivel de presión sonora continua equivalente (Leq)..... 59
- 5.3.2. Instrumento de medición del nivel sonoro..... 60
- 5.3.3. Resultados obtenidos..... 60
 - 5.3.3.1. Niveles de presión sonora continua equivalente (Leq)..... 60
 - 5.3.3.2. Análisis estadístico..... 64

5.4 Evaluación de resultados según Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP..... 67

- 5.4.1. Nivel de presión sonora equivalente en la Av. Sánchez Cerro..... 67
- 5.4.2. Nivel de presión sonora equivalente en la Av. Grau..... 68
- 5.4.3. Nivel de presión sonora equivalente en la Av. Panamericana..... 69

5.5 Evaluación según los índices de calidad ambiental referidos al nivel de presión sonora.....	70
5.5.1. Índice de calidad ambiental en Av. Sánchez Cerro.....	70
5.5.2. Índice de calidad ambiental en Av. Grau.....	71
5.5.3. Índice de calidad ambiental en Panamericana.....	72
<u>CAPITULO VI.- PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES.....</u>	75
6.1 Estrategias aplicables a contaminantes químicos.....	75
6.1.1. Según tipo de combustible.....	75
6.1.2. Según revisión técnica de vehículos.....	76
6.1.3. Según la antigüedad vehicular.....	76
6.2 Reducción esperada de contaminantes químicos.....	79
6.2.1 Según el tipo de combustible.....	79
6.2.1.1 Reducción del plomo de la gasolina de 84 Octanos.....	79
6.2.1.2 Reducción del contenido de azufre del combustible Diesel.....	81
6.2.2. Según el estado del parque automotor.....	84
6.2.2.1. Implementación de revisiones técnicas.....	84
6.2.2.2. Uso de convertidores catalíticos.....	85
6.2.2.3. Uso de controles de emisiones evaporativas.....	89
6.2.2.4. Retiro de unidades vehiculares por antigüedad.....	92
6.2.2.5. Reducción del transporte público en 10%.....	93
6.2.2.6. Combinación de estrategias.....	94
6.3 Estrategias aplicables a contaminantes físicos (ruido).....	98
6.3.1 Legislación en la materia.....	98
6.3.2 Medidas de Control para avenidas en construcción.....	99
6.3.3 Medidas de mitigación para avenidas en operación.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El deterioro de la calidad del ambiente es un problema de muchos centros urbanos del mundo, especialmente de países en desarrollo. Las principales causas del aumento de la contaminación son el incremento de la urbanización, de la industrialización y del consumo. Esto provoca una mayor demanda de energía y productos, lo que generalmente da lugar a emisiones más altas de contaminantes físicos (ruidos) y químicos (contaminación atmosférica). En los países en desarrollo, especialmente en las ciudades de América Latina, los vehículos automotores son la fuente principal de emisiones físicas y químicas.¹

Buenos Aires es la cuarta ciudad con mayor emisión de contaminante por ruido del mundo, después de Tokio, París y Nueva York. Semejante dato y las consecuencias del fenómeno nos alertan sobre el "desorden" que puede existir en nuestro país, teniendo un comportamiento desaprensivo en el lugar en que vivimos.²

Nuestro país presenta estancamientos en la materia de emisión de ruidos. Sin embargo, ha tenido valiosos antecedentes. Entre 1954 y 1964 se dictó una reglamentación profusa, especialmente el decreto 499 del 29/9/60. En 1964 se aprobó un reglamento sobre emisiones de ruidos molestos, destinado a regular el funcionamiento de la actividad industrial, reglamentando las emisiones sonoras internas y externas, controlado por el Instituto Peruano del Ruido.

En Perú, el grado actual de urbanización es de aproximadamente de 71.9%, lo que indica que de cada 10 peruanos, 7 viven en centros urbanos, 20 años atrás la urbanización era de sólo 50%. Específicamente, en Piura viven un total de 1546 habitantes, o sea el 6.1% del total de la población del país (INEI 2000). Así mismo este factor ha sido causante del incremento de la tasa de motorización de 60 a 150 vehículos por cada 1000 habitantes, en los últimos 20 años.

Se ha estimado que en Lima, los vehículos, aportan aproximadamente 80% de las emisiones físicas (ruido) y químicas (contaminantes atmosféricos)³. Esto se debe a la existencia de un parque automotor sobredimensionado y de mala calidad, especialmente por la importación de vehículos usados.⁴El Perú cuenta con una serie de Normas Ambientales de Calidad del Aire como son los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles (CONAM 2001). Además, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) contiene los Límites Máximos Permisibles de Emisiones de contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial, lo cual permite realizar un adecuado plan de gestión para mejorar los niveles de contaminantes y en consecuencia la calidad del aire.

El incremento de la contaminación debido a las emisiones gaseosas y material particulado del parque automotor, es algo evidente. Estas sustancias liberadas al medio tienen efectos adversos sobre la salud, razón por la cual existe la necesidad de minimizar tanto las emisiones de contaminantes físicos y químicos, lo que producirá como consecuencia una mejora en la calidad de vida de las personas.

¹ Tesis : "Emisiones De Los Vehículos Automotores Y Planteamiento De Posibles Estrategias De Control En El Área Metropolitana De Lima Y Callao"/Lima-2000.

² <http://www.todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/CONTAMINACION%20SONORA.htm>

³ SESSIONS, S. *et al.* 1997. Una Evaluación Comparativa De Riesgos Para La Salud Ambiental. Proyecto Ecoriesgo. USAID, CONAM. Lima, Perú.

⁴ ITURREGUI, P. 1996. Algunas Propuestas Y La Necesidad De Una Agenda 21 Local. Problemas Ambientales De Lima. Fundación Friedrich Ebert. 1era Edición.

En la ciudad de Piura se ha evaluado el nivel de emisiones de contaminantes químicos (contaminación atmosférica) producidas por fuentes móviles, con ayuda del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)⁵ y el Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GESTA). Esta medición del nivel de contaminantes ha requerido de una cuidadosa recopilación de información existente en la ciudad de Piura, a partir de encuestas realizadas en la localidad, para luego dar paso a la realización y validación del inventario empleando la Guía Sobre Técnicas de Inventarios Rápidos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).⁶

Para los niveles de emisiones de contaminantes físicos (ruidos) es preciso realizar mediciones en estratégicos puntos de medición de la ciudad con la ayuda de equipos especializados (sonómetros), los cuales se encuentran disponibles en Departamento de Hidráulica de la Universidad de Piura. A partir de esto es posible plantear estrategias de control, evaluando la efectividad de las mismas en la prevención de dichos contaminantes.

⁵ www.conam.org.pe

⁶ Alexander P. Economopoulos /Edición: 2002/ Evaluación de fuentes de contaminación del Aire- Parte 1: Técnicas para el Inventario Rápido de la Contaminación Ambiental

CAPITULO I.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE DEBIDO AL TRÁFICO RODADO

El tráfico rodado de contaminación del aire es conocido por todos e incluyen a los automóviles, autobuses, camionetas y vehículos menores como: motos, mototaxis.

La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COVs), plomo, etc. Los requisitos para el control de emisiones de automóviles han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire.

Los reglamentos que controlan la calidad del combustible de los automóviles también han contribuido a una mayor eficiencia y menores emisiones. Por ejemplo, la transición de la gasolina con plomo a la gasolina sin plomo ha reducido extraordinariamente la cantidad de plomo en el aire ambiental.

Los camiones, autobuses y locomotoras generalmente tienen motores Diesel que usan combustible diferente de la mayoría de automóviles. La quema de combustible para motores Diesel produce mayor cantidad de óxidos de nitrógeno. Por ejemplo, en California se estima que 850.000 camiones y autobuses Diesel producen la misma cantidad de óxidos de nitrógeno que 8 millones de automóviles en un año.

Un sistema de transporte moderno es esencial para el crecimiento económico del país. Afortunadamente, los adelantos en la tecnología del control de la contaminación, los combustibles alternativos y los cambios en el estilo de vida, tales como el transporte compartido y el masivo pueden minimizar los efectos perjudiciales de estas necesidades en una sociedad industrializada. **Ver Foto 1.1.**



Foto 1.1. Fuentes móviles en avenida Sánchez Cerro

Para la evaluación de las emisiones de contaminantes químicos (contaminación atmosférica) causados por tráfico rodado en la ciudad de Piura es necesario aplicar las Técnicas de Evaluación Rápida de la Organización Mundial de la Salud y las Normas Ambientales proporcionadas por el CONAM 2001 (Límites Máximos Permisibles de Emisiones de contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial- Decreto Supremo N° 047-2001-MTC).

Para el caso de la contaminación física (ruido ambiental), se utilizará la ordenanza aplicada a la región de Piura (Ordenanza N°04-96 C/PPP). Esta evaluación nos llevará a plantear estrategias de control y prevención teniendo en cuenta el escenario de nuestra ciudad.

1.1 Emisiones de contaminantes por el tráfico rodado

1.1.1. Contaminantes químicos

Como resultado de la combustión o evaporación del combustible se generan las emisiones de los vehículos automotores. Los combustibles más empleados por el transporte son la gasolina, con o sin plomo, y el diesel. Existen también otros combustibles como los alcoholes, etanol y metanol, mezclas de gasolina y alcohol, gas natural comprimido y gas licuado de petróleo.^{1,2}

Los contaminantes de los vehículos se emiten principalmente a través del escape de los motores y de la evaporación de la gasolina. Estas emisiones afectan el ambiente en el ámbito local (salud humana, recursos naturales, edificios y bienes materiales de la zona) y en el ámbito global (efecto invernadero). Los contaminantes que emiten los vehículos dependen de varios factores como la antigüedad, el uso, la calidad del combustible, la eficiencia de la combustión, el mantenimiento del motor y el uso de dispositivos reductores (por ejemplo, convertidores catalíticos), entre otros.

1.1.2. Tipos de emisiones de contaminantes atmosféricos ^{1,3}

A. Emisiones por tubo de escape

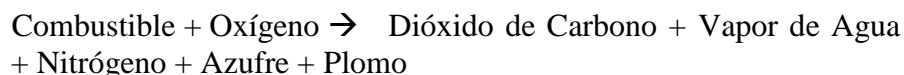
Tienen su origen en el proceso de combustión. Si la combustión fuera completa e ideal, los productos resultantes serían anhídrido carbónico (CO₂), vapor de agua (H₂O) y nitrógeno (N₂). Considerando que en los motores la combustión no es ideal, se generan otros productos, tales como, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x). La existencia de plomo y azufre como productos de la combustión completa o incompleta, depende directamente de la presencia de los mismos en el combustible.

^{1,2} ONURSAL, B.; Gautam S. P. 1997. Contaminación Atmosférica Por Vehículos Automotores, Experiencias Recogidas En Siete Centros Urbanos De América Latina. Documento Técnico del Banco Mundial Número 373S. Washington D.C.

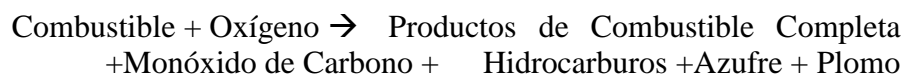
^{1,3} CORVALAN, R.; Román R. 1997. Determinación De Emisiones Vehiculares En Condiciones De Flujo Reales. Actas Del VIII Congreso Chileno De Ingeniería Del Transporte. Santiago. Chile.

Ecuaciones de Combustión

Combustión Completa:



Combustión Incompleta:



B. Las emisiones evaporativas de hidrocarburos

1. Emisiones evaporativas en marcha: Perdidas durante la circulación del vehículo.
2. Emisiones evaporativas diurnas: Se producen cuando el vehículo está detenido, con el motor apagado, y se generan debido a la emisión de vapores del tanque de combustible como resultado de los cambios de temperatura durante las 24 horas del día.

C. Emisiones evaporativas en caliente

Se producen cuando el vehículo esta estacionado con el motor recién detenido y a alta temperatura. El calor es disipado en el sistema de alimentación de combustible, causando su evaporación.

Existe diferencia entre las emisiones producidas por vehículos gasolineros y diesel. Los diesel emiten aproximadamente 50% más de dióxido de azufre (SO₂) y una cantidad mayor de partículas totales, mientras que la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos es menor. Los gasolineros emiten una mayor cantidad de monóxido de carbono y de hidrocarburos. En algunos casos emiten plomo (sí utilizan gasolina con Pb). En el caso de los óxidos de nitrógeno, los vehículos diesel, generan emisiones mayores a los gasolineros cuando se encuentran en marcha mínima, pero en el caso de estar acelerado, el vehículo gasolineros emite mayores cantidades^{1,4}.

1.1.3. Parámetros involucrados por emisiones químicas

Los parámetros indicadores de contaminantes presentes en el ambiente debido a la combustión incompleta de los vehículos y a los componentes del combustible como azufre, plomo, etc. se presentan en la **Tabla 1.1**

^{1,4} Tesis: “Emisiones de los vehículos automotores y planteamiento de posibles estrategias de control en el área metropolitana de Lima y Callao”/Lima-2000.

1.1.4. Contaminantes físicos (ruido ambiental) ^{1.5}

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las ciudades como un factor ambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. La contaminación ambiental urbana o ruido ambiental es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las ciudades, siendo el transporte público una de las principales causas. Ver **Fotos 1.2 y 1.3**.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. **Ver Figura 1.1.**

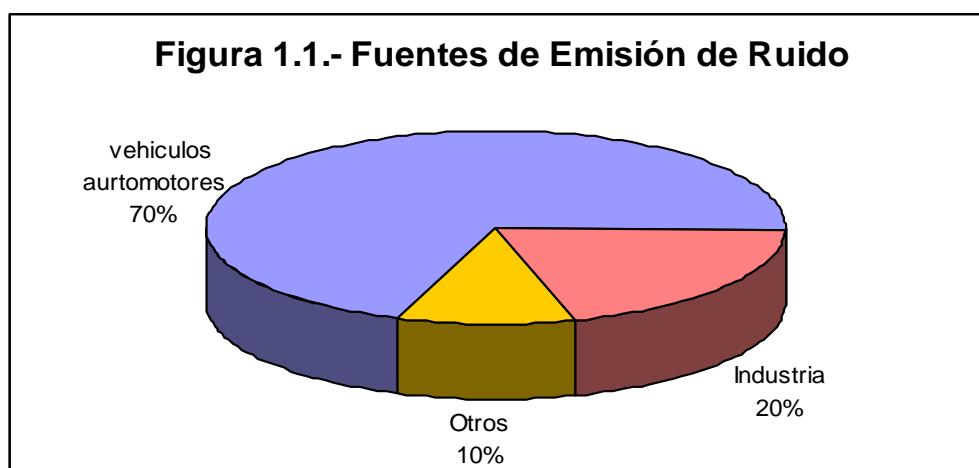


Foto. 1.2. Fuentes móviles en Av. Panamericana

^{1.5} <http://www.todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/CONTAMINACION%20SONORA.htm>



Foto 1.3. Fuentes móviles en Av. Grau



Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga en el ambiente en forma de onda compleja, desde el foco productor hasta el receptor, a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

Tabla 1.1. Principales contaminantes que producen los vehículos

Contaminante	Causa
Plomo	Aumentar el octanaje y mejora características antidetonantes del combustible en los motores con encendido con chispa.
Monóxido de carbono	Combustión incompleta del combustible
Hidrocarburos	Combustión incompleta del combustible
Óxidos de nitrógeno	Altas temperaturas en la cámara de combustión.
Partículas Totales en Suspensión (PTS)	Combustión incompleta del combustible Proceso de síntesis
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Quema incompleta y evaporación de combustibles fósiles y solventes.
Óxidos de azufre	Contenido de azufre en el combustible
Emissiones evaporativas	Altas temperaturas en el sistema de alimentación de combustible y Evaporación del combustible.
Ruido	Tránsito de vehicular, sirenas, alarmas, bocinas de vehículos, c.

Las causas fundamentales son, entre otras, el aumento espectacular del parque automotor. Aproximadamente el 70 % del ruido presente en las ciudades, es responsabilidad del tránsito vehicular en los últimos años.

Además de estas fuentes de ruido, en nuestras ciudades aparece una gran variedad de otras fuentes sonoras, como son las actividades industriales, las obras públicas, las de construcción, los servicios de limpieza y recogida de basuras, sirenas y alarmas, así como las actividades públicas y recreativas, entre otras, que en su conjunto llegan a originar lo que se conoce como contaminación ambiental urbana.

El ruido en las comunidades expuestas se ha considerado como una molestia que se describe a menudo como una actitud generalizada que implica un efecto adverso

sobre los seres humanos y su ambiente, que perturba la fauna y los sistemas ecológicos^{1.6.}.

El umbral de audibilidad es la curva que para cada frecuencia da la energía expresada para hacer el sonido audible. El umbral del dolor indica la energía a partir de la cual el oído experimenta dolor.

Los dos umbrales, umbral de audibilidad y umbral del dolor, determinan el campo de audición no contaminante, que abarca frecuencias de 500 a 5000 Hz.

A modo de ejemplo, podemos enumerar los decibeles producidos por diversas fuentes generadoras de sonidos:

- 10 dB: murmullo de personas ubicadas a un metro y medio de distancia;
- 30 dB: calle tranquila de barrio.
- 40 dB: ruidos nocturnos de una ciudad.
- 50 dB: ruido de coche que se desplaza a 6 Km de distancia.
- 60 dB: multitud en un lugar grande y cerrado.
- 70 dB: tránsito muy intenso 80 dB: tránsito muy pesado.
- 100 dB: sonido doloroso.

1.1.4.1. Niveles de referencia de la presión sonora

En acústica la mayoría de las veces el decibelio se utiliza para comparar la presión sonora en el aire, con una presión de referencia. Este nivel de referencia tomado en acústica, es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo. El nivel de referencia varía lógicamente, según el tipo de medida que estemos realizando. No es el mismo nivel de referencia para la presión acústica, que para la intensidad acústica o para la potencia acústica. A continuación se dan los valores de referencia:

- Nivel de referencia para la Presión Sonora (en el aire) = $0.00002 = 2E-5$ Pa
- Nivel de referencia para la Intensidad Sonora (en el aire) = $0.000000000001 = 1E-12$ w/m²
- Nivel de referencia para la Potencia Sonora (en el aire) = $0.000000000001 = 1E-12$ w.

Partiendo que la intensidad acústica en el campo lejano es proporcional al cuadrado de la presión acústica, se define el nivel de presión sonora como:

$$L_p = 10 \log (p^2/p_r) = 20 \log p/p_r \dots\dots\dots (1)$$

^{1.6.} Seminario Técnico Administrativo del ruido causado por fuentes móviles (Tráfico Rodado).
Ponente: Ing. Hans C Rasmussen

Siendo: L_p = Nivel de Presión sonora
 p = Presión medida.
 p_r = la presión de referencia (2E-5 Pa)

Como es fácil ver el nivel de referencia siempre se corresponde con el nivel de 0 dB:

$$L_p = 20 \cdot \log(0.00002/0.00002) = 20 \cdot \log(1) = 20 \cdot 0 = 0 \text{ dB}$$

Por la tanto en 0 dB tenemos el umbral de audición del oído humano, se supone que no es posible oír por debajo de este nivel, o sea variaciones de nivel en la presión del aire inferior a 0.00002 pascal.

Hay que tener en cuenta que el comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal, ya que no percibe la misma variación de nivel en las diferentes escalas de nivel, ni en las diferentes bandas de frecuencias.

1.1.4.2. Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)

El nivel sonoro continuo equivalente es el nivel sonoro promedio en el tiempo establecido y en una localización determinada, tiene la misma energía sonora con ponderación A que el sonido que varía con el tiempo.

La medición en modo Leq es muy utilizada a la hora de medir niveles de presión acústica que ofrecen los sonómetros. Normalmente se utiliza el Leq 1' (Leq a un minuto). El sonómetro mide las diferentes presiones que se generan durante un tiempo determinado (Leq X), siendo X = 1 minuto, en nuestro caso, el valor que nos da al finalizar el minuto de medida. Este valor es dado en dB, que equivaldría al de una señal de valor continuo durante todo el minuto y que utilizaría la misma energía que se ha medido durante el minuto. Hay que observar que en una medida de un minuto los valores varían y si se quiere determinar un valor medio de ruido hay que hacerlo con la función Leq, de otra forma se obtendrían valores erróneos puesto que podemos tener valores de pico durante un instante y no ser representativos del nivel de ruido normal que está intentando determinar.

1.2 Reglamentación ambiental existente

1.2.1. Relacionada con contaminantes químicos del aire

La reglamentación que se encuentra actualmente es de gran ayuda para mantener un control de los contaminantes en nuestra localidad, es por eso, que existen guías y estándares de calidad de aire otorgados por la OMS, las cuales han sido obtenidas por estudios epidemiológicos y por evaluación de riesgo a la salud.

Ante la carencia del gobierno central, regional y locales de una normatividad nacional que establezca los límites máximos permisibles (LMPs) y los estándares de calidad ambiental (ECAs), se determinó que desde el programa anual de ECA y LMP del año 1999, aprobado mediante resolución presidencial N° 025-99-

CONAM/PCD del 27 de marzo de 1999, se incluyera la elaboración de estos LMPs como tarea prioritaria. Éstos están siendo desarrollados teniendo como base las investigaciones realizadas, criterios técnicos y coordinación con diversas instituciones.

De acuerdo al decreto supremo N° 047-2001-MTC el objetivo principal es reducir las emisiones vehiculares, para proteger la salud humana y mejorar la calidad de vida y del ambiente.

No obstante, dichas normas y guías, trabajan en microgramos por metro cúbico anuales, debido a que el estudio de contaminantes sigue un tipo de zonificación, siendo imposible tener una comparación con los valores obtenidos por la evaluación rápida de contaminantes del aire según la OMS por contener sus valores en Toneladas anuales. Es por eso que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha establecido según el Decreto Supremo N°047-2001-MTC, los Límites Máximos Permisibles de Emisiones de Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulen en la Red Vial y se presentan en la Tabla 1.2.

En el **Anexo A-1**, se presentan los distintos factores de los vehículos a diesel para cada tipo de contaminante, determinados a partir del número de asientos, el año de fabricación y el peso del vehículo, publicados en el DS No. 047-2001-MTC.

TABLA 1.2. - LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES						
Combustible	Número de Vehículos	Longitud de recorrido (Km/año* vehículo)	factor (g/Km)	LMP PTS (Ton/año)	LMP NOx (Ton/año)	LMP CO (Ton/año)
Diesel	8217	62000	0.2	101.8908		
Diesel	8217	62000	1		509.454	
Diesel	8217	62000	2.125			1082.58975
Gasolina	24049	55000	1		1322.695	
Gasolina	24049	55000	5.22			6904.4679

Estos valores de los límites máximos permisibles se calculan de la siguiente manera:

$$\text{LMP} = \text{Número de Vehículos} * \text{Longitud de recorrido (Km./año* vehículo)} * \text{factor (g/Km.)} / 1000000$$

1.2.2. Relacionada con contaminantes físicos del aire (ruido)

1.2.2.1. Normativas de acuerdo a la ordenanza N° 04-96 C/PPP.

Según Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP de la Municipalidad Provincial de Piura, los niveles máximos de ruido se clasifican de la siguiente forma:

- A. Ruidos Molestos: Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos comerciales, y en general, en cualquier lugar público y privado que exceda los siguientes niveles:

✓ De 07:01 a 22:00 horas

- Zonificación Residencial (60 Db),
- Zonificación Comercial (70 Db),
- Zonificación Industrial (80 Db).

✓ De 22:01 a 07:00 horas:

- Zonificación Residencial (50 Db),
- Zonificación Comercial (60 Db),
- Zonificación Industrial (70 Db).

B. Ruidos Nocivos: Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos comerciales e industriales que excedan a los siguientes niveles:

- Zonificación Residencial (80 Db),
- Zonificación Comercial (85 Db),
- Zonificación Industrial (90 Db).

1.2.2.2. Prohibiciones de acuerdo a la ordenanza N°04-96 C/ CPP

Según la Ley Orgánica de Municipalidades N° 23853 y en común acuerdo con la Sesión Ordinaria de Consejo se prohibió lo siguiente:

- ✓ Artículo 2°: Es prohibido el uso de bocinas, timbres, cornetas, escapes libres, altoparlantes, megáfonos equipos de sonido, sirenas, silbatos, cohetes, bombardas, petardos, o cualquier otro medio que por su intensidad, tipo, duración o persistencia ocasionen molestia al vecindario, los cuales serán decomisados.
- ✓ Artículo 7°: Es prohibido que los vehículos motorizados produzcan ruidos molestos o nocivos debiendo adecuarse su funcionamiento a los niveles máximos establecidos en la presente ordenanza, de acuerdo a la zonificación y horario en el que circulen, lo cual será condición necesaria para aprobar la revisión técnica correspondiente
- ✓ Artículo 8°: Es prohibido el uso de claxon o bocina y alarma, salvo en casos de emergencia o fuerza mayor. En estos casos su uso deberá limitarse a lo estrictamente necesario y no podrá exceder de 85 dB. Igualmente está prohibido el cambio de bocina original a bocinas de emergencia (sirenas) en vehículos de uso particular.

Las sanciones de las personas por incumplir la ordenanza son las siguientes:

- ✓ Artículo 12°: Las personas que infrinjan las disposiciones de la presente ordenanza serán sancionadas de acuerdo a la siguiente escala

Infracción al artículo 2°, 7° y 8° $\frac{\% \text{ UIT}}{20}$

La autoridad, una vez verificada y comprobada la infracción notificará a l infractor para que se elimine o atenúe los ruidos producidos a niveles permitidos fijando un plazo de 30 días para su cumplimiento. De no cumplirse con lo ordenado el infractor será sancionado con una multa equivalente al 25% mas de la multa inicial en cada uno de los rubros establecidos.

Si el infractor reincide se sancionará con la multa igual al doble de la anterior impuesta, sin perjuicio de poner al hecho en conocimiento del Fiscal Provincial de Turno, para que el infractor sea denunciado ante el poder judicial, por delito contra la salud.

1.2.2.3.Excepciones

- ✓ Artículo 21°: Están exceptuadas las señales que deben emitir para indicar su paso las ambulancias, vehículos de las compañías de bomberos en general, los vehículos de seguridad, de emergencia y vehículos de limpieza pública.

Todas estas disposiciones serán difundidas por la Dirección de Población, Salud y Ambiente, para el control, limitación y supresión de los ruidos.

CAPITULO II.- EFECTOS SOBRE LA SALUD DE CONTAMINANTES DEBIDOS AL TRÁFICO RODADO

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. En la antigüedad, las personas encendían fogatas en sus cuevas y cabañas frecuentemente contaminaban el aire con humo nocivo. El filósofo romano Séneca escribió sobre el “aire cargado de Roma” en el año 61 A.C. y en el siglo XI se prohibió la quema de carbón en Londres.

El principal problema de contaminación del aire a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX fue el humo y ceniza producidos por la quema de combustibles fósiles en las plantas estacionarias de energía. La situación empeoró con el creciente uso del automóvil.

Las emisiones vehiculares generan una serie de efectos sobre la salud de la población humana, siendo una de las principales vías de exposición la inhalación de los mismos que afecta directamente al sistema respiratorio, nervioso y cardiovascular, provocando deficiencias pulmonares e incluso la muerte.

Los más afectados por la contaminación son los ancianos, lactantes, mujeres embarazadas y enfermos crónicos del pulmón y el corazón. Las personas que hacen ejercicios al aire libre también están propensas pues respiran más rápida y profundamente, lo que permite el ingreso de más contaminantes a los pulmones.^{2.1}

El riesgo de contraer alguna Infección Respiratoria Aguda (IRA) por los contaminantes químicos aumenta al disminuir las defensas, agudizándose los síntomas, y en caso de exposiciones severas, puede generar complicaciones en los procesos infecciosos o un aumento de su frecuencia en personas sensibles y niños.

El Banco Mundial estimó que en 1990, 24300 personas murieron en Latinoamérica por efecto de la contaminación del aire. Además hubo 2.3 millones de casos extra de tos crónica en niños y 105000 casos extra de bronquitis crónica en personas mayores ².

2.1 Efectos debidos a contaminantes atmosféricos químicos

2.1.1 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono, “nuestro veneno más familiar es un contaminante cuya mención recuerda muertes masivas vinculadas al transporte y casos policiales. Resultado de la combinación simple de los elementos carbono y oxígeno, es un gas muy estable, incoloro, inodoro, insípido, poco soluble. Su relación con el peso del aire es 0.96 a 0°C y 1 atmósfera (ligeramente más denso que el aire)^{2.2}. Es emitido por fuentes naturales y antropogénicas. La formación de CO por fuentes antropogénicas se da por la combustión incompleta de combustibles fósiles en los

^{2.1} http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/oriental/lecc2/lecc2_4.html

^{2.2} Manuel Alberto Vizcarra Andreu 1982 Lima –Perú/Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus relaciones con el público

vehículos automotores, sistemas de calefacción, instalaciones industriales, plantas generadoras de energía térmica e incineradores. La conversión de CO a CO₂ en la atmósfera tarda de dos a cinco meses. Los vehículos automotores son los que producen mayor cantidad de emisiones de CO, siendo aproximadamente el 59% de las emisiones calculadas para el año de 1995 en el ámbito mundial.^{2,3}

Es interesante puntualizar que la mayoría de los autores contemporáneos estiman que no existe un efecto específico del CO, es decir que el gas en sí no tiene toxicidad propia para el hombre. La toxicidad sobreviene por complicaciones como la formación de carboxihemoglobina o de la inactivación de ferroproteínas y enzimas o por la disminución de la cantidad de oxígeno disponible en la sangre.

El CO, al ser absorbido por los pulmones se une con la hemoglobina formando la Carboxihemoglobina (COHb), alterando la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. La disociación de la oxihemoglobina, también se ve afectada por la presencia de COHb en la sangre, reduciendo los niveles de oxígeno disponibles para los tejidos^{2,4}. El nivel normal de COHb en la sangre es de 1.2% a 1.5%; cuando estos niveles alcanzan alrededor de 5% se inducen efectos nocivos a la salud. También se han descrito efectos neuroconductuales, cardiovasculares, fibrinolíticos y perinatales producidos por la exposición al CO.

Los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Decreto Supremo N 047-2001-MTC del Consejo Nacional del Ambiente son de 5 g/Km para vehículos de motor a gasolina, de carga menor a 3.5 Ton y mayor de 6 asientos. Para vehículos con motor diesel el factor que se utiliza para el Limite Máximo permisible es de 2.125 g/Km. con vehículos de pasajeros mayores a 12 asientos, con peso bruto vehicular mayor a 1704 Kg^{2,5}

2.1.2 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Los óxidos de nitrógeno son a menudo nombrados “contaminantes del futuro”, porque al presente aún no se conoce bien los recursos técnicos para evitar su formación y hay tendencia a que se incrementen.

Los óxidos de nitrógeno, dentro de los que se incluyen el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el óxido nitroso (N₂O), el trióxido de nitrógeno (N₂O₃) y el pentóxido de nitrógeno (N₂O₅), son producidos por fuentes naturales y antropogénicas. El NO y el NO₂, representados como NO_x, son los principales

^{2,3} ONURSAL, B.; Gautam S. P. 1997. Contaminación Atmosférica Por Vehículos Automotores, Experiencias Recogidas En Siete Centros Urbanos De América Latina. Documento Técnico del Banco Mundial Número 373S. Washington D.C.

^{2,4} ROMIEU, I. 1992. "Estudios Epidemiológicos Sobre Los Efectos En La Salud Por La Contaminación Atmosférica De Origen Vehicular" En David E. Mage y Oliver Zali eds., Contaminación Atmosférica Causada Por Vehículos Automotores. Organización Mundial de la Salud, Departamento de salud pública. Ginebra, Suiza.

^{2,5} Límites Máximos Permisibles de Emisiones de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulen en la red Vial/Decreto Supremo N° 047 – 2001 – MTC/Consejo Nacional del Ambiente – Perú/ Series Normas Ambientales /Diciembre 2001.

emitidos por los vehículos, de los que el 95% se encuentra como NO, producido por la combustión del nitrógeno a altas temperaturas. El NO₂, producto de la oxidación del NO, puede participar en una serie de reacciones en la atmósfera que producen el smog fotoquímico.

El “smog fotoquímico” (niebla fotoquímica) es un término de la contaminación del aire que se usa diariamente. En realidad, el smog fotoquímico es ozono a nivel del suelo formado por la reacción de los contaminantes con la luz solar. **Ver Figura 2.1.**

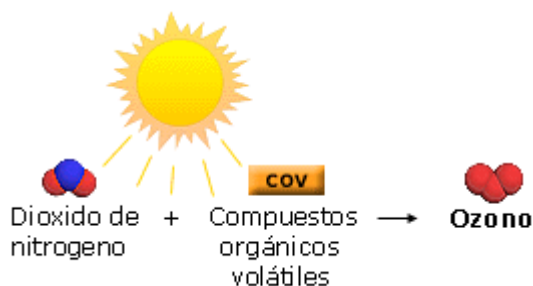


Figura 2.1. -“smog fotoquímico”^{2.6}

El NO₂ puede reaccionar con la humedad y formar ácido nítrico (HNO₃) en forma de aerosol. Los vehículos automotores son los principales responsables de las emisiones antropogénicas de NO_x, estimándose en 1995 el 43% de las emisiones en el ámbito mundial provenían del sector transportes.

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas irritante que se absorbe al nivel de las mucosas de la vía respiratoria. La proporción que se absorbe varía entre un 80 a 90% dependiendo del tipo de respiración oral o nasal^{2.7}. El efecto más adverso se produce en la región donde se produce el intercambio gaseoso de los pulmones, mientras que las vías superiores son menos afectadas por ser el NO₂ poco soluble en superficies acuosas. La exposición a NO₂ está relacionada a una mayor susceptibilidad a las infecciones respiratorias, una mayor resistencia de las vías respiratorias en los asmáticos y una disminución de la función pulmonar. Una exposición breve al NO₂ se ha relacionado a una serie de enfermedades producidas en los niños, como tos, descarga nasal y dolor de garganta.

Los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Decreto Supremo N 047-2001-MTC del Consejo Nacional del Ambiente son de 1g/Km para vehículos de motor a gasolina, de carga menor 3.5 Ton. y mayor de 6 asientos.

^{2.6} http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/oriental/lecc2/lecc2_4.html

^{2.7} ROMIEU, I. 1992. "Estudios Epidemiológicos Sobre Los Efectos En La Salud Por La Contaminación Atmosférica De Origen Vehicular" En David E. Mage y Oliver Zali eds., Contaminación Atmosférica Causada Por Vehículos Automotores. Organización Mundial de la Salud, Departamento de salud pública. Ginebra, Suiza.

Para vehículos con motor diesel el factor que se utiliza para el Límite Máximo Permissible es de 1 g/Km. con vehículos de pasajeros mayores a 12 asientos, con peso bruto vehicular mayor a 1704 Kg.

Se ha determinado que los grupos de mayor riesgo son los niños menores de 2 años y medio. La exposición al NO₂ puede ser responsable del aumento de infecciones respiratorias agudas, especialmente de casos de bronquitis aguda y neumonía ^{2.7}

2.1.3 Hidrocarburos

Para los estudios sobre calidad del aire, se consideran una serie de compuestos orgánicos volátiles, como los alcoholes y aldehídos. Los hidrocarburos como tales no son directamente dañinos para la salud a las concentraciones que se encuentran en el ambiente, pero por las reacciones que se dan en la tropósfera, son muy importantes en la formación de NO₂ y ozono, que son peligrosos para la salud.

Los hidrocarburos, los que incluyen el metano y el benceno, proceden de fuentes naturales y antropogénicas, dentro de las últimas podemos mencionar los vehículos automotores, que producen hidrocarburos cuando la combustión es incompleta. Aproximadamente el 55% de las emisiones de hidrocarburos de los vehículos a gasolina, sin controles de emisión, se originan en el sistema de escape, y el resto por pérdidas en la distribución.

Algunos componentes de la familia de Hidrocarburos tienen acciones conocidas en el ser humano. Así los aromáticos de la serie de benceno en forma de vapores o gases anestésicos dañan principalmente el sistema hematopoyético. En efecto, la inhalación prolongada de benceno y de sus homólogos en concentraciones muy bajas para producir una intoxicación inmediata, pueden sin embargo conducir a efectos sub-agudos o crónicos dirigidos especialmente contra el sistema que genera los glóbulos rojos (sistema hematopoyético), causando diversos tipos de anemias y aún leucemias.

Los límites máximos permisibles para los Hidrocarburos se encuentran establecidos en normas ambientales nacionales, como el DS N°047-2001-MTC, los cuales varían de acuerdo a las características de procedencia y peso del vehículo. ^{2.8}

2.1.4 Dióxido de azufre (SO₂)

El dióxido de azufre (SO₂), es un gas en condiciones normales, estable, incoloro, no inflamable, de un olor penetrante, no explosivo y extremadamente soluble en agua (aproximadamente un 18% a 0°C y 85% a 25°C)^{2.9}. Se produce con la quema de combustibles fósiles que contengan azufre. En la atmósfera el SO₂ puede convertirse a SO₃, el cual puede reaccionar con la humedad del aire y formar ácido

^{2.7} SESSIONS, S. *et al.* 1997. Una Evaluación Comparativa De Riesgos Para La Salud Ambiental. Proyecto Ecoriesgo. USAID, CONAM. Lima, Perú.

^{2.8} Límites Máximos Permisibles de Emisiones de contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial- Decreto Supremo N°047-2001-MTC

^{2.9} Manuel Alberto Vizcarra Andreu 1982 Lima –Perú/Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus relaciones con el público

sulfuroso (H_2SO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4), los que pueden ser transportados por el viento antes de caer en forma de lluvia ácida. Los óxidos de azufre mas conocidos son gaseosos pero también existen particulados, pues el SO_2 genera vesículas de H_2SO_4 y gránulos de Sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, bajo la acción de tres mecanismos: oxidación fotoquímica (luz solar); oxidación catalítica en presencia de partículas de metales pesados y reacción con agua atmosférica (hidrólisis) y amonio.

El SO_2 es un gas irritante, que se absorbe al nivel de la nariz y las superficies acuosas de las vías respiratorias superiores siendo una ligera cantidad la que llega a los pulmones. Está asociada a una disminución en el funcionamiento de los pulmones y un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad. Las partículas azufradas de más de 10 ppm se depositan en la región extratorácica de las vías respiratorias, mientras que las partículas entre 5 y 10 ppm lo hacen en la proximidad de las vías aéreas finas durante la respiración nasal normal. En caso de una respiración oral, se incrementa la cantidad de partículas depositadas a nivel traqueobronquial y pulmonar.

2.1.5 Partículas Totales en Suspensión (PTS)

Término que engloba a los contaminantes conocidos más comúnmente como polvo atmosférico, cenizas volantes y aerosoles. Las partículas cuyos radios en promedio, exceden de $10\ \mu\text{m}$ son afectadas por la gravedad. Las otras dimensiones menores, pero con mayor superficie en comparación a su masa, son mantenidas en suspensión, fenómeno que ocurre por efecto de la fricción con las moléculas de aire, donde por tanto, permanecen más tiempo que los otros; llamándoseles por el nombre químico de aerosoles. El término está referido a la dispersión de materiales sólidos o líquidos en el medio gaseoso. Las partículas pueden ser producidas por fuentes naturales y antropogénicas. Las partículas totales en suspensión (PTS) se refieren a las partículas con un diámetro menor de $70\ \mu\text{m}$ (10^{-6}m). Las partículas con menos de $10\ \mu\text{m}$, conocidas como PM_{10} , se mantienen más tiempo en la atmósfera por sus bajas velocidades de sedimentación. Pueden penetrar profundamente en las vías respiratorias y afectar la salud. Las partículas con un diámetro entre 2.5 a $10\ \mu\text{m}$ o menos reciben el nombre de partículas finas, mientras que las de diámetro mayor a $10\ \mu\text{m}$ reciben el nombre de partículas gruesas^{2.10}.

Casi todas las partículas emitidas por los vehículos son partículas finas. La tasa de emisión de PTS por los vehículos a gasolina es menor que la de vehículos diesel, estas emisiones son producto de la combustión incompleta de aceite lubricante y aditivos del combustible. Para los vehículos que utilizan gasolina con plomo, los compuestos de plomo son responsables de una gran proporción de las emisiones de PTS.

Las partículas cuyo diámetro es mayor a $10\ \mu\text{m}$ diámetro, al ser inhaladas por la nariz se depositan en la región exotorácica de las vías respiratorias, mientras que las de 2.5 a $10\ \mu\text{m}$ se depositan cerca de las vías aéreas finas. Las partículas de $2.5\ \mu\text{m}$

^{2.10} Manuel Alberto Vizcarra Andreu 1982 Lima –Perú/Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus relaciones con el público

pueden invadir el sistema de defensa del sistema respiratorio humano y llegar al tejido pulmonar, donde pueden permanecer mucho tiempo, o si son partículas solubles, ser absorbidas por la sangre. La deposición de las partículas se incrementa con la respiración oral.

Se ha vinculado una mayor mortalidad, morbilidad y disminución de la función pulmonar a la presencia de partículas en el ambiente. Se observaron efectos nocivos en la salud de niños y adultos: tos y enfermedades respiratorias (neumonía, asma y bronquitis).

Los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Decreto Supremo N 047-2001-MTC del Consejo Nacional del Ambiente son de 1 g/Km. para vehículos de motor a Diesel, de carga menor a 3.5 Ton. y mayor de 6 asientos. Los vehículos a gasolina no expulsan Partículas Totales en Suspensión.

2.1.6 Plomo

La fuente principal de plomo en el ambiente son aquellos vehículos que utilizan gasolina con plomo. La función del tetraetilo de plomo en la gasolina es incrementar el octanaje, lo que mejora las características antidetonantes del combustible en los motores con encendido con chispa. Aproximadamente, el 70 a 75% del plomo se transforma en plomo inorgánico y se emite a la atmósfera por el tubo de escape junto con 1% de plomo orgánico, que se emite en forma de vapor.

El plomo es absorbido principalmente por las vías respiratorias, los pulmones y la piel, distribuyéndose en los huesos (95% en adultos, 70% en niños), la sangre, dientes y los tejidos blandos. La exposición al plomo actúa sobre diferentes sistemas, principalmente en el sistema nervioso y otros sistemas como el cardiovascular. Los lactantes y preescolares son muy sensibles a la exposición del plomo por su efecto potencial en el desarrollo neurológico, provocando una disminución del coeficiente intelectual y dislexia. Además produce hipertensión en la población adulta según el grado de exposición de plomo.

Para un intervalo promedio de 1 año el valor recomendado por la OMS es de 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^{2.11}.

2.2 Efectos debidos a contaminantes físicos (ruido ambiental)

Los principales efectos del ruido los podemos clasificar como:

- Auditivos: trauma acústico, hipoacusia y pérdida gradual de la audición), y
- Extra auditivos o no auditivos: efectos fisiológicos, de interferencia en la comunicación o enmascaramiento, efectos del comportamiento, molestias, fatiga, efectos sobre la salud mental, etc.).

^{2.11} El Peruano - Consejo Nacional del Medio Ambiente - Lima, Viernes 31 de enero de 2003 - Anteproyecto de Decreto Supremo – Página 238301- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire para Plomo

2.2.1 Efectos auditivos

Las lesiones del órgano de la audición es una consecuencia clara de una excesiva exposición al ruido, es la lesión del oído interno, y derivado de ello la pérdida de la audición. Existen innumerables estudios que evidencian esta relación de causalidad, siendo interesante el trabajo de recopilación realizado por la AIHA (American Industrial Hygiene Association).

La Norma ISO 1999, está basada en el estudio colectivo de 6835 personas y establece la relación entre el nivel de presión sonora, tiempo de exposición, y el porcentaje esperado de personas que sufrirán disminución de su capacidad auditiva.

2.2.2 Efectos no auditivos

Unos de los principales efectos no auditivos es la dificultad de la comprensión de la palabra; En general, los ruidos peligrosos para el oído también obstaculizan la comunicación hablada, es muy probable que existan dificultades que se traducirán en malestar para el receptor y el deterioro del trabajo o actividades que se estén desarrollando.

La palabra hablada es un elemento sónico con alto contenido informativo, por lo que el proceso de percepción vendrá determinado por fenómenos tales como:

- El fenómeno acústico (el oído interno actúa de transductor, transformando la señal física o mecánica en nerviosa).
- El fenómeno fisiológico (parte de la energía nerviosa, la cual se transmite por medio del nervio auditivo).
- El fenómeno psicológico (parte del cortex auditivo, donde se produce la integración e interpretación de dichas señales) y por la especial interpretación del mensaje transmitido mediante la palabra.

Como vemos que existen aspectos puramente acústicos, pero también aspectos culturales. No basta con percibir los tonos puros de la palabra, es necesario comprender el mensaje, ello exige por parte del oído una capacidad de discriminación muy particular, en la que la inteligencia individual y la familiaridad con la lengua oída tiene un papel decisivo.

2.2.3 Efectos fisiológicos.

Los efectos fisiológicos, no auditivos, más sobresalientes del ruido son los relativos al sueño y al estrés. Estudios llevados a cabo mediante los análisis de las respuestas monitorizadas electroencefalográficas y las alteraciones neurovegetativas durante el sueño han demostrado que el ruido es un factor causal de dificultades para conciliar el sueño y que puede despertar a la gente que está dormida, partiendo de niveles de ruido ambiental tan bajos como 35 dB(A), con diferencias de la sensibilidad relacionadas con la edad y con el sexo.

Aproximadamente un 30% de las personas se despiertan con un pico sonoro de 70 dB(A) y un 50% tienen alteraciones del sueño a 50 dB(A). El grupo de trabajo para los criterios de salud ambiental para el ruido, de OMS (Organización Mundial de la Salud), ha recomendado un nivel inferior a 35 dB(A) Leq, en orden a preservar el proceso restaurador del sueño.

Los centros de los arcos reflejos son las áreas reticulares e hipotalámicas del cerebro, donde las ramas aferentes son las vías acústicas y los objetivos son los órganos inervados por el sistema autónomo y los centros hipotálamo-diencefálicos que regulan las funciones endocrinas y los biorritmos. Como ha podido comprobarse a través de múltiples experimentos, los ruidos que superan un determinado nivel pueden provocar liberación de ACTH y aumentar el nivel de corticosteroides, con los consiguientes efectos sistemáticos. La activación resultante se refleja en la excreción de catecolaminas en forma libre en la orina y que pueden producir variaciones en la frecuencia cardíaca, en la presión arterial, en la respiración, dilatación de pupilas, y modificaciones en los niveles de lípidos, glúcidos y ácido úrico en sangre. Se han comprobado incrementos significativos de la presión sanguínea en la población expuesta durante mucho tiempo, a niveles elevados de ruido y, sobre todo, a la acción combinada de ruidos y vibraciones o de ruido y sustancias tóxicas tales como CO. El aumento de la motilidad intestinal producido por ruidos intensos podría explicar la elevada prevalencia de úlcera péptica que se ha podido observar en grupos de individuos expuestos al ruido.

2.2.4 Efectos extraauditivos

- Modificaciones del sistema cardio-vascular (Tensión y frecuencias cardíacas).
- Influencia sobre tonicidad muscular.
- Alteraciones del aparato digestivo.
- Alteraciones de la función visual.
- Alteraciones del sistema vestibular (sistema del equilibrio).
- Efectos sobre el metabolismo.

2.2.5 Efectos sobre el comportamiento

A menudo se afirma que el ruido reduce el rendimiento y la eficiencia y afecta la moral. Dado que algunos de estos factores son intangibles y dada también la adaptabilidad humana, es difícil evaluarlos cuantitativamente. Las principales manifestaciones se pueden reportar como molestias, fatiga y efectos sobre la eficiencia.

El grado de molestia provocado por el ruido no está necesariamente en relación directa con la intensidad del sonido; puede resultar influido por factores subjetivos tales como familiaridad y actitudes personales y por factores como el microclima. De acuerdo con la OMS, el ruido puede actuar como estímulo de distracción, dependiendo de cómo sea la característica del estímulo, y también puede afectar al estado psicofisiológico del individuo. Es difícil comprobar algún efecto prolongado

en el rendimiento o la eficiencia de trabajo, puesto que el sonido puede causar molestia, accidentes o dificultad de comunicación y puede ser un factor de ausentismo, no obstante un efecto inicial adverso, la adaptabilidad humana anula todo efecto permanente en la producción y el rendimiento.

No es fácil probar esta fatiga en un ambiente ruidoso que en uno tranquilo, pero ésta puede estar ocasionada por la necesidad de hablar en voz alta o por el esfuerzo extra causado por malentendidos; en general, la moral está más relacionada con el grado de integración del ego en el propio trabajo que con los niveles de ruido u otras condiciones molestas.

2.2.6 Efectos sobre la salud mental

La asociación entre la exposición a niveles elevados de ruido y las alteraciones de salud mental aún está en investigación y es muy controvertida. Se ha pensado que el ruido no sería directamente la causa de enfermedades mentales, pero que podría acelerar el desarrollo de neurosis en estados de latencia.

Recientes estudios han demostrado que no existe relación entre la exposición al ruido y la morbilidad mental.

CAPITULO III.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE PIURA

A pesar de las distintas fuentes de información de datos, tales como el INEI, Oficina de Transportes (MDP) de la Municipalidad Distrital de Piura, Superintendencia Nacional de registros Públicos (SUNARP), Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); ha sido imposible tener el valor actual exacto del parque automotor de Piura, debido a la incontable cantidad de vehículos informales en nuestra ciudad.

Según información proporcionada por la Dirección de Transportes de la Municipalidad Provincial de Piura, existe una cantidad considerable de vehículos que actualmente no se encuentran empadronados, se puede decir que alrededor de 30%, es decir, casi la tercera parte de la población vehicular. Esto se debe a la falta de conciencia social de la población en nuestra ciudad, quienes no proceden a oficializar sus registros por el temor a pagar más impuestos. Es claro que esta forma de pensar es totalmente errónea.

Por ello, se ha tenido que contar con la ayuda de conversaciones y consultas de la oficina de transportes de la Municipalidad Provincial de Piura, para obtener la cuantificación aproximada de vehículos mayores y menores informales, con la finalidad de obtener el parque automotor de Piura con un error mínimo de aproximación.

3.1 Estimación del Parque Automotor del Año 2004

A partir de los datos obtenidos por INEI, SUNARP y la Oficina de Transportes de la Municipalidad de Piura, se ha podido aproximar el Parque Automotor de la Ciudad de Piura con la ayuda del software Microsoft Excel. Estos datos han sido comparados con la línea de tendencia logarítmica y polinómica. Para efectos de estudio, la curva que más se aproxima a la serie de datos es la línea de tendencia logarítmica que se muestra **la Figura 3.1.a y en la Tabla 3.1b.**

Cabe señalar que el parque automotor contiene tanto vehículos mayores (autos, buses, combis, etc.) como vehículos menores (motos lineales y mototaxis), de los cuales se ha aproximado el parque automotor sólo para vehículos mayores, debido a que el parque automotor de vehículos menores en la Ciudad de Piura en el año 2004 es considerado como un dato conocido.

Con el inventario de vehículos en el casco urbano de la Ciudad de Piura y la proyección logarítmica se ha determinado que el Parque Automotor en el año 2004 es aproximadamente de 39600 vehículos.

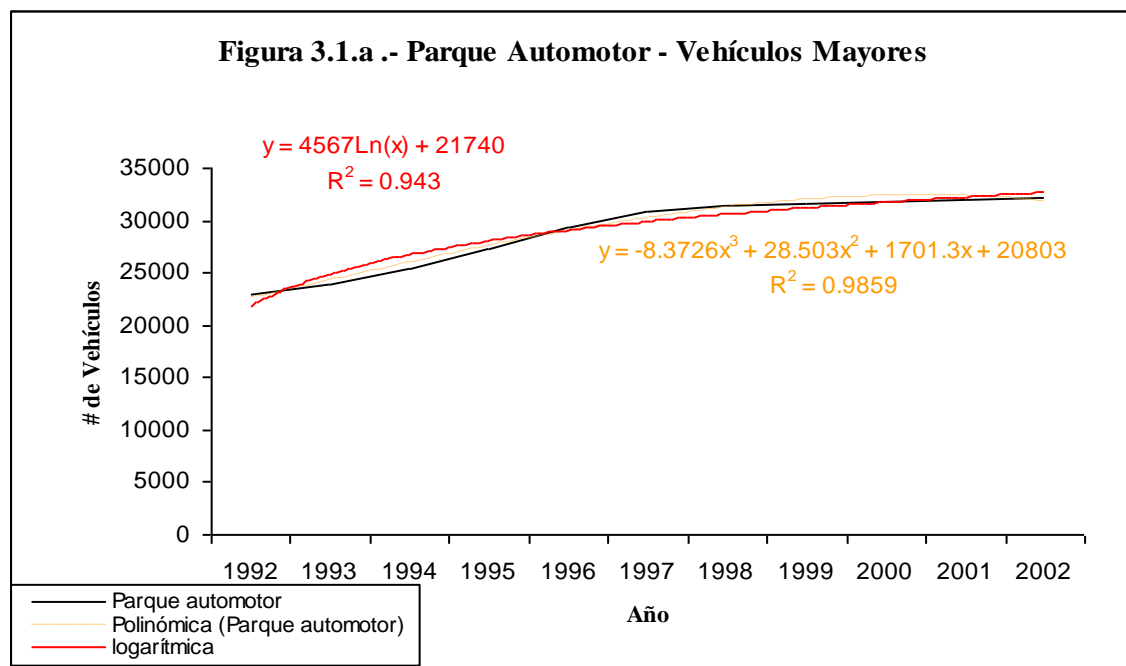


Tabla 3.1 b. Aproximación del parque automotor

No	Año	Parque automotor	Parque Automotor Proyectado (polinómica)	Parque Automotor Proyectado (Logarítmica)
1	1992	22930	22524.4304	21740
2	1993	23973	24252.6312	24905.60317
3	1994	25316	25937.3668	26757.36232
4	1995	27361	27528.4016	28071.20635
5	1996	29422	28975.5	29090.30295
6	1997	30818	30228.4264	29922.9655
7	1998	31483	31236.9452	30626.97165
8	1999	31659	31950.8208	31236.80952
9	2000	31877	32319.8176	31774.72464
10	2001	32055	32293.7	32255.90612
11	2002	32178	31822.2324	32691.18771
12	2003		30855.1792	33088.56867
13	2004		29342.3048	33454.12372
Parque Automotor – Vehículos mayores formales e informales				33454.12372
Parque Automotor – Vehículos menores- Mototaxis formales e informales				
> 50 c.c	> 50 c.c	II tiempos		
2465	0	847	Total	3312
Parque Automotor – Vehículos menores- Motos lineales formales e informales				
<50 c.c	> 50 c.c	II tiempos		
320	1632	1156	Total	2788
			P.A PIURA - 2004	39554.12372

3.2. Cuantificación de vehículos mayores

Para el cálculo del número de vehículos mayores se han considerado la siguiente información:

3.2.1. Según el tipo de combustible

Se calculó el número de vehículos de transporte que utilizan gasolina y diesel. Estos a su vez, están clasificados de acuerdo a la antigüedad, peso, modelo, cilindrada, número de asientos de los registros obtenidos en la Municipalidad de Piura y SUNARP. (**Ver Anexo B**).

3.2.2. Según antigüedad

Se determinó de acuerdo a los datos de la SUNARP de los vehículos inscritos por año de fabricación desde el año 1977 hasta el año 2002, entre los cuales tenemos: Automóvil, combis, ómnibus y camiones. (**Ver Anexos B**).

3.2.3. Según el peso de camiones

Se obtuvo el número de camiones clasificados por peso de acuerdo a los datos registrados por la Municipalidad de Piura y SUNARP. Además todos los camiones son con combustible diesel. (**Ver Anexos B**).

3.2.4. Según la cilindrada

El número de vehículos por cilindrada, se estableció de acuerdo a la información de la Municipalidad de Piura. Para el caso de los autos, se determinó que la mayoría está entre 1400 a 2000 al igual que los modelos Pick Up, Panel y Rural. Todos tienen más de 2000 cc. (**Ver Anexos B**).

En la **Tabla 3.2** se presenta el número de vehículos mayores cuantificado para la ciudad de Piura.

3.3. Cuantificación de vehículos menores

3.3.1. Motos lineales y mototaxis

El número de motos y mototaxis se han obtenido de acuerdo a registros que tiene la Oficina de Transportes de la Municipalidad Provincial de Piura y SUNARP. Estos datos se han clasificado de acuerdo al tipo de motor que poseen, es decir, si el motor es de dos tiempos o de cuatro tiempos. (**Ver Anexo C**).

3.3.2. Motos lineales informales

El número de motos lineales que realizan trabajo de transporte vehicular a la población en forma ilegal ha sido proporcionado por la Oficina de Transportes de la Municipalidad de Piura, el cual es alrededor de 1200 motos (**Ver Anexo C**).

En la **Tabla 3.3** se encuentra el número total de vehículos menores (motos lineales y mototaxis)

Tabla 3.2. – Cuantificación Total de Vehículos Mayores

Vehículos Mayores – Gasolina- (peso<3500 Kg)				
Año de Fabricación	Número de Vehículos			
	< 1400 cc	1400 - 2000 cc	> 2000 cc	Total
1973-1977	965	3997	1918	6880
1978-1980	324	1108	684	2116
1981-1984	999	2654	1079	4732
1985-2002	5394	3415	784	9593
TOTAL				23321
VEHICULOS MAYORES-GASOLINA (peso>3500kg)				
Total >3.5 ton				728
VEHICULOS MAYORES-DIESEL				
Peso de vehículo(Kg)	< 3500	3500 -16000	> 16000	Total
Número de Vehículos	5479	2517	133	8129

Tabla 3.3. - Número Total de Vehículos Menores (Motos y Mototaxis)

Vehículos Mayores – Mototaxis			
> 50 c.c	> 50 c.c	II tiempos	Total
2465	0	847	3312
Vehículos Menores – motos lineales			
<50 c.c	> 50 c.c	II tiempos	Total
320	1632	1156	2788

3.4. Estimación de la distancia promedio recorrida por año

El valor de las distancias de recorrido promedio anual para cada categoría, se obtuvo basándose en encuestas realizadas a conductores de distintos vehículos en las principales avenidas de la ciudad de Piura. Finalmente se consideraron los valores más

apropiados para la situación en estudio (Ver Tabla 3.4.a, Tabla 3.4.b, Tabla 3.4.c, Tabla 3.4.d, Tabla 3.4.e)

TABLA 3.4.a .- LONGITUD DE RECORRIDO - VEHICULOS MENORES								
No.	Consumo Diario en S/.	Consumo diario en glns	Consumo anual glns	Consumo Anual en Tn	Recorrido diario Km	Recorrido anual Km	Cilindrada	Año de Fabricación
1	8	0.952380952	348	243	30	10950	100	80
2	5	0.595238095	217	152	20	7300	100	92
3	10	1.19047619	435	304	100	36500	50	86
4	5	0.595238095	217	152	25	9125	50	95
5	6	0.714285714	261	183	20	7300	100	88
6	7	0.716479017	262	183	18	6570	100	2001
7	8	0.952380952	348	243	20	7300	100	76
8	5	0.595238095	217	152	10	3650	50	97
9	6	0.714285714	261	183	18	6570	100	2002
10	7	0.716479017	262	183	12	4380	50	2002
11	6	0.714285714	261	183	15	5475	50	95
12	6	0.714285714	261	183	15	5475	50	98
13	3	0.357142857	130	91	40	14600	50	81
14	5	0.595238095	217	152	20	7300	50	84
15	7	0.833333333	304	213	20	7300	50	98
16	7	0.833333333	304	213	18	6570	50	2002
17	10	1.19047619	435	0	50	18250	50	94
18	3	0.357142857	130	91	80	29200	50	75
19	8	0.952380952	348	243	40	14600	100	94
20	5	0.595238095	217	152	15	5475	100	95
21	8	0.952380952	348	243	30	10950	50	98
22	10	1.19047619	435	304	50	18250	50	98
23	9	0.921187308	336	235	70	25550	50	2002
24	10	1.19047619	435	304	18	6570	50	95
25	7	0.833333333	304	213	12	4380	50	90
26	6	0.714285714	261	183	57	20805	50	95
27	4	0.476190476	174	122	20	7300	100	95
28	4	0.476190476	174	122	35	12775	50	75
29	7	0.833333333	304	213	35	12775	100	95
30	3	0.357142857	130	91	50	18250	50	77
31	7	0.833333333	304	213	50	18250	50	83
32	7	0.833333333	304	213	50	18250	50	87
33	9	1.071428571	391	274	100	36500	50	95
34	5	0.595238095	217	152	30	10950	50	85
35	6	0.714285714	261	183	60	21900	50	95
36	7	0.833333333	304	213	45	16425		94
37	8	0.952380952	348	243	75	27375	50	2002
38	5	0.595238095	217	152	30	10950	100	84
39	3	0.357142857	130	91	30	10950	50	84
40	6	0.714285714	261	183	50	18250	50	76
41	6	0.714285714	261	183	50	18250	50	94

42	7	0.833333333	304	213	40	14600	50	92
43	8	0.952380952	348	243	80	29200		94
44	3	0.357142857	130	91	7	2555	50	94
43	3	0.357142857	130	91	20	7300	50	78
44	7	0.833333333	304	213	20	7300	50	2001
45	5	0.595238095	217	0	50	18250		95
46	2	0.238095238	87	0	30	10950	50	75

TOTAL **8236** **638750**
PROMEDIO **179** **13886**

TABLA 3.4.b. - LONGITUD DE RECORRIDO - AUTOMÒVILES

No.	Consumo Diario en S/.	Consumo Diario en glns	Consumo anual glns	Consumo Anual en Tn	Recorrido diario Km	Recorrido anual Km	Tipo de combustible	Año de Fabricación	Cilindrada
1	40	4.09	1494	1046	250	75000	90	96	1000
2	42	4.30	1569	1098	240	72000	90	98	1000
3	35	3.58	1308	915	220	66000	90	97	1000
4	40	4.09	1494	1046	230	69000	90	95	1000
5	37	3.79	1382	968	240	72000	90	96	1000
6	30	3.07	1121	785	190	57000	90	96	1000
7	40	4.09	1494	1046	180	54000	90	95	1000
8	10	1.19	435	304	50	15000	84	95	1000
9	35	3.58	1308	915	150	45000	90	94	1000
10	45	5.36	1955	1369	200	60000	84	98	1000
11	25	2.56	934	654	60	18000	90	94	1000
12	35	3.58	1308	915	200	60000	90	96	1000
13	40	4.76	1738	1217	150	45000	84	97	1000
14	50	5.12	1868	1308	150	45000	90	97	1000
15	40	4.09	1494	1046	180	54000	90	96	1000
16	40	4.76	1738	1217	200	60000	84	96	1000
17	35	3.58	1308	915	150	45000	90	97	1000
18	40	4.09	1494	1046	150	45000	90	96	1000
19	35	3.58	1308	915	180	54000	90	97	1000
20	35	3.58	1308	915	180	54000	90	96	1000
21	40	4.76	1738	1217	200	60000	84	97	1000
22	40	4.09	1494	1046	180	54000	90	97	1000
23	35	3.58	1308	915	200	60000	90	96	1000
24	45	4.61	1681	1177	200	60000	90	96	1000
25	35	3.58	1308	915	250	75000	90	98	1000
26	40	4.09	1494	1046	180	54000	90	97	1000
27	35	3.58	1308	915	200	60000	90	96	1000
28	35	3.58	1308	915	150	45000	90	96	1000
29	40	4.09	1494	1046	180	54000	90	96	1000
30	40	4.09	1494	1046	200	60000	90	96	1000
31	35	3.58	1308	915	150	45000	90	96	1000
32	40	4.09	1494	1046	160	48000	90	97	1000
33	35	3.58	1308	915	200	60000	90	96	1000
34	45	4.61	1681	1177	180	54000	90	96	1000
35	40	4.09	1494	1046	150	45000	90	96	1000

36	40	4.76	1738	1217	240	72000	84	97	1000
37	30	3.57	1304	913	150	45000	84	96	1000
38	30	3.57	1304	913	180	54000	84	96	1000
39	40	4.09	1494	1046	190	57000	90	96	1000
40	40	4.09	1494	1046	220	66000	90	96	1000
41	30	3.07	1121	785	200	60000	90	96	1000
42	35	4.17	1521	1065	200	60000	84	96	1000
43	45	4.61	1681	1177	250	75000	90	96	1000
44	35	4.17	1521	1065	200	60000	84	96	1000
45	35	3.58	1308	915	200	60000	90	95	1000
46	40	4.09	1494	1046	220	66000	90	95	1000
47	45	4.61	1681	1177	250	75000	90	94	1000
48	45	3.99	1456	1019	250	75000	95	95	1500
49	30	4.23	1544	1081	90	27000	D2	73	1500
50	35	3.58	1308	915	200	60000	90	87	1500
51	25	2.56	934	654	100	30000	90	85	1500
52	30	4.23	1544	1081	100	30000	D2	76	1500
53	35	4.94	1802	1261	150	45000	D2	74	1500
54	30	3.07	1121	785	200	60000	90	96	1500
55	35	3.58	1308	915	250	75000	90	95	1500
56	40	5.64	2059	1441	250	75000	D2	76	1500
57	20	2.82	1030	721	115	34500	D2	68	1500
58	25	3.53	1287	901	110	33000	D2	85	1500
59	25	3.53	1287	901	120	36000	D2	76	1500
60	20	2.82	1030	721	150	45000	D2	73	1500
61	35	4.94	1802	1261	150	45000	D2	76	1500
62	35	3.58	1308	915	200	60000	90	96	1500
63	45	4.61	1681	1177	300	90000	90	85	1500
64	30	4.23	1544	1081	200	60000	D2	86	1500
65	30	4.23	1544	1081	220	66000	D2	76	1500
66	30	3.07	1121	785	100	30000	90	96	1500
67	35	4.94	1802	1261	200	60000	D2	66	1500
68	30	3.07	1121	785	270	81000	90	97	1500
69	30	3.07	1121	785	240	72000	90	96	1500
70	25	2.98	1086	760	180	54000	84	95	
71	35	4.17	1521	1065	220	66000	84	95	

TOTAL**70693****3958500****PROMEDIO****996****55754**

TABLA 3.4.c.- LONGITUD DE RECORRIDO - CAMIONETAS Y COMBIS									
No.	Consumo Diario en S/.	Consumo diario en glns	Consumo anual glns	Consumo Anual en Tn	Recorrido diario Km	Recorrido anual Km	Tipo de combustible	Año de Fabricación	Cilindrada
1	70.9	10	3650	2555	350	127750	D2	89	1500
2	56.72	8	2920	2044	150	54750	D2	93	1500
3	56.72	8	2920	2044	150	54750	D2	88	1500
4	56.72	8	2920	2044	150	54750	D2	88	1500
5	49.63	7	2555	1789	350	127750	D2	90	1500
6	49.63	7	2555	1789	150	54750	D2	78	1500
7	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	66	1500
8	46.794	7	2409	1686	180	65700	D2	90	1500
9	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	89	1500
10	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	94	1500
11	42.54	6	2190	1533	180	65700	D2	85	1500
12	42.54	6	2190	1533	150	54750	D2	96	1500
13	70.9	10	3650	2555	200	73000	D2	90	1500
14	48.85	5	1825	1278	200	73000	90	95	1500
15	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	91	1500
16	42	5	1825	1278	100	36500	84	98	1500
17	85.08	12	4380	3066	200	73000	D2	96	1500
18	33.6	4	1460	1022	100	36500	84	83	1500
19	117.91	13	4745	3322	100	36500	90	98	1500
20	49.63	7	2555	1789	60	21900	D2	98	1500
21	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	92	1500
22	56.72	8	2920	2044	220	80300	D2	88	1500
23	63.81	9	3285	2300	220	80300	D2	86	1500
24	85.08	12	4380	3066	220	80300	D2	83	1500
25	40	5.641	2059	1441	125	45625	D2	87	1500
26	15	1.7857	652	456	32	11680	84	85	1500
27	49.63	7	2555	1789	50	18250	D2	99	1500
28	30	4.2313	1544	1081	51	18615	D2	89	1500
29	49.63	7	2555	1789	200	73000	D2	90	1500
30	49.63	7	2555	1789	200	73000	D2	90	1500
31	70.9	10	3650	2555	220	80300	D2	88	1500
32	56.72	8	2920	2044	200	73000	D2	92	1500
33	56.72	8	2920	2044	220	80300	D2	90	1500
34	56.72	8	2920	2044	220	80300	D2	...	1500
35	63.81	9	3285	2300	180	65700	D2	92	1500
36	56.72	8	2920	2044	220	80300	D2	85	1500
37	56.72	8	2920	2044	200	73000	D2	89	1500
38	70.9	10	3650	2555	200	73000	D2	80	1500
39	56.72	8	2920	2044	200	73000	D2	96	1500
40	56.72	8	2920	2044	220	80300	D2	87	1500
41	85.08	12	4380	3066	200	73000	D2	85	1500
42	49.63	7	2555	1789	200	73000	D2	98	1500
43	56.72	8	2920	2044	200	73000	D2	95	1500
44	156.32	16	5840	4088	250	91250	90		1500
45	49.63	7	2555	1789	190	69350	D2	92	1500
46	56.72	8	2920	2044	250	91250	D2	97	1500
47	63.81	9	3285	2300	100	36500	D2	88	1500

48	63.81	9	3285	2300	200	73000	D2	92	1500
49	49.63	7	2555	1789	192	70080	D2	95	1500
50	70.9	10	3650	2555	50	18250	D2	95	1500
51	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	90	1500
52	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	88	1500
53	49.63	7	2555	1789	180	65700	D2	87	1500
54	49.63	7	2555	1789	120	43800	D2	88	1500
55	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	85	1500
56	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	86	1500
57	70.9	10	3650	2555	180	65700	D2	85	1500
58	35.45	5	1825	1278	160	58400	D2	92	1500
59	70.9	10	3650	2555	180	65700	D2	85	1500
60	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	88	1500
61	70.9	10	3650	2555	120	43800	D2	88	1500
62	49.63	7	2555	1789	120	43800	D2	90	1500

TOTAL **128583** **3854400**
PROMEDIO **2074** **62168**

TABLA 3.4.d.- LONGITUD DE RECORRIDO - OMNIBUS

No.	Consumo Diario en S/.	Consumo diario en glns	Consumo anual glns	Consumo Anual en Tn	Recorrido diario Km	Recorrido anual Km	Año de Fabricación	Cilindrada
1	60	8.46	3089	2162	160	58400	83	3000
2	80	8.19	2989	2092	160	58400	85	3000
3	77.99	11.00	4015	2811	160	58400	85	3000
4	70	7.16	2615	1831	160	58400	87	3500
5	70	7.16	2615	1831	160	58400	88	3500
6	60	6.14	2242	1569	156	56940	79	3500
7	60	6.14	2242	1569	180	65700	76	3500
8	70.9	10.00	3650	2555	180	65700	85	3500
9	72	7.37	2690	1883	120	43800	84	3500
10	70	7.16	2615	1831	180	65700	87	3500
11	75	7.68	2802	1961	90	32850	76	3500
12	70.9	10.00	3650	2555	180	65700	93	3500

TOTAL **24649** **688390**
PROMEDIO **2054** **57366**

TABLA 3.4.e.- VEHICULOS PESADOS								
No.	Consumo Diario en S/.	Consumo diario en glns	Consumo anual glns	Consumo Anual en Tn	Recorrido diario Km	Recorrido anual Km	Año de Fabricación	Cilindrada
1	60	8.46	3089	2162	100	36500	76	3500
2	70	9.87	3604	2523	180	65700	99	3500
3	30	4.23	1544	1081	200	73000	92
4	10	1.41	515	360	40	14600	72	3500
5	30	4.23	1544	1081	100	36500	2000
6	40	5.64	2059	1441	190	69350	2000
7	90	12.69	4633	3243	340	124100	85	3500
8	80	11.28	4118	2883	300	109500	87	3500
9	80	11.28	4118	2883	360	131400	85	3500
10	18	2.54	927	649	60	21900	90	3500
11	120	16.93	6178	4324	340	124100	80	3500
12	60	8.46	3089	2162	200	73000	90	3500
13	10	1.41	515	360	60	21900	2000	3500
14	40	5.64	2059	1441	140	51100	90	3500
15	50	5.12	1868	1308	180	65700	89	3500
TOTAL				27903		1018350		
PROMEDIO				1860		67890		

* Fuente obtenida en encuestas realizadas en la ciudad de Piura a distintos tipos de vehículos

CAPITULO IV.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO RÁPIDO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) APLICADO A TRÁFICO RODADO.

4.1 Metodología para el inventario rápido de contaminantes químicos según la OMS

4.1.1. Antecedentes

En 1982, la OMS publicó el libro *Rapid Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution* (Evaluación Rápida de fuentes de Contaminación del Aire, Agua y Suelo). Esta metodología se centró principalmente en inventarios de fuentes del proceso de gestión. Este documento, traducido en varios idiomas, ha sido distribuido ampliamente y el procedimiento descrito ha constituido el tema de numerosos cursos de capacitación.

Luego la OMS actualizó y amplió las técnicas de evaluación rápida y publicó *Management and Control of the Environment*. Este libro enfatizó las partes sobre inventarios además de introducir algunos modelos de calidad de aire y agua de uso fácil.

La preparación de este libro comenzó antes de que se publicara *Management and Control of the Environment*, principalmente en forma de investigación que abordaba la falta de modelos apropiados para la presente metodología. El contenido se discutió en una consulta celebrada en Ginebra en junio de 1991. El primer borrador se examinó durante la reunión realizada en Atenas en Julio de 1992. Posteriormente, científicos pertenecientes al Programa de Prevención de Contaminación Ambiental de la División de Salud Ambiental, OMS, en Ginebra, proporcionaron el impulso necesario para la redacción de este libro.

4.1.2. Descripción de la metodología

La técnica empleada para la estimación de emisiones de Piura se basó en la metodología de evaluación rápida propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este programa permite a las autoridades locales, regionales, y nacionales identificar, evaluar y ejecutar acciones a fin de prevenir o eliminar los problemas que amenazan la salud pública.

Además provee una manera efectiva de evaluar los residuos sólidos, líquidos y gaseosos generados por cada fuente o grupo de fuentes similares dentro del área de estudio.

El procedimiento de evaluación rápida es sumamente útil para realizar una evaluación inicial de las fuentes y de los niveles de emisión de un área que tenga pocos datos o ninguno sobre cargas de contaminación, como es el caso del área de

estudio. También es útil para la selección de áreas prioritarias cuando se realizan monitoreos más extensos.

Este método se basa en experiencias pasadas documentadas sobre la naturaleza y cantidad de los contaminantes generados por cada tipo de fuente con o sin sistemas de control y hace uso de esta experiencia para predecir las cargas de cada fuente.

El cálculo de las emisiones del parque automotor, se basa en el uso de los factores de emisión para cada categoría, las cuales se presentan en el **anexo A-2**. Las emisiones de escape que se cuantifican, para cada categoría, son Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Monóxido de Carbono (CO), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y Plomo (Pb). Para el caso de las emisiones evaporativas se cuantifican los Compuestos Orgánicos Volátiles Evaporables.

4.1.2.1. Emisiones de escape

Para estimar las emisiones de contaminantes causados por el escape de los vehículos se han desarrollado las siguientes fórmulas, las cuales están basadas en las características de los vehículos (distancia de recorrido anual, factor de emisión, etc.), expresadas en toneladas por año.

- PTS (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km. /año) * Factor de emisión (Kg./1000Km) / 1000000 (para obtener el valor en toneladas) (02)
--	------------

- SO₂ (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km. /año) * Factor de emisión para SO ₂ (Kg./1000 Km.) * S / 1000000. (03)
---	------------

- NO_x (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km./año) * Factor de emisión para NO _x (Kg./1000 Km.) / 1000000. (04)
--	------------

- CO (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km./año) * Factor de emisión para CO (Kg./1000 Km.) / 1000000.(05)
---	-----------

- COV (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km./año) * Factor de emisión para COV (Kg./1000 Km.) / 1000000. (06)
--	------------

- Pb (Ton/año):

Número de vehículos * Distancia promedio anual de recorrido (Km./año) * Factor de emisión de Pb (Kg./1000 Km.) * P / 1000000. (07)
---	------------

Donde P es el contenido medio de plomo en gramos por litro de combustible.^{4.1}

4.1.2.2. Emisiones evaporativas

Para el cálculo de las emisiones evaporativas, se estimó que el 90% de los vehículos tienen carburadores y que el 10% funciona con un sistema de inyección. Además, se aplica el factor de corrección que se indica para Italia y Grecia por tener características ambientales similares (1.2 para difusión de calor, 1.2 para funcionamiento y 2.1 para emisiones diurnas)^{4.1}

A continuación se describe la forma como se obtienen las emisiones evaporativas para cada contaminante expresadas en toneladas por año.

- Difusión de calor (Ton/año):

Para vehículos a carburador

Número de vehículos con carburador * Distancia promedio anual de recorrido (Km./año) * Factor de emisión (Kg./1000Km) / Distancia promedio anual de recorrido por encendido (Km./año) / 1000000 * Factor de corrección (08)
--	------------

Para vehículos a inyección

Número de vehículos a inyección * Distancia promedio anual de recorrido (Km. /año) * Factor de emisión (Kg. /1000Km) / Distancia promedio anual de recorrido por encendido (Km. /año) / 1000000 * Factor de corrección(09)
--	-----------

^{4.1} Alexander P. Economopoulos /Edición: 2002/ Evaluación de fuentes de contaminación del Aire- Parte 1: Técnicas para el Inventario Rápido de la Contaminación Ambiental

- Pérdidas en funcionamiento (Ton/año):

$$\boxed{\text{Número de vehículos} * \text{Distancia promedio anual de recorrido (Km./año)} * \text{Factor de emisión (Kg./1000Km)} / 1000000 * \text{Factor de corrección.}} \dots\dots\dots (10)$$

- Pérdidas diurnas (Ton/año):

$$\boxed{\text{Número de vehículos} * \text{Factor de emisión (Kg. /año)} * \text{Factor de corrección.}} \dots\dots\dots (11)$$

4.1.3. Ventajas y desventajas

Las ventajas ofrecidas por una evaluación rápida incluyen que su uso hace posible realizar inventarios integrados de fuentes de contaminantes del aire, en situaciones complejas en pocas semanas y con recursos modestos. Otra ventaja significativa es la posibilidad de estimar la efectividad de alternativas de control en términos de reducción de la carga potencial de contaminantes, este último constituye una buena información para el proceso de formular estrategias de control.

Una desventaja de la evaluación rápida es la validación estadística de las predicciones del inventario. Específicamente las predicciones de cualquier fuente deben ser consideradas como indicadores ya que existen variaciones significativas entre las emisiones normalizadas de fuentes similares. Consecuentemente, las medidas adoptadas después de la evaluación rápida deben ser consideradas como preliminares y sujetas a un análisis posterior más detallado antes de su implementación.

4.2 Aplicación de la metodología para la ciudad de Piura

4.2.1. Cálculo de emisiones por escape: Partículas Totales en Suspensión (PTS) para vehículos Diesel

En este caso se va a utilizar los vehículos a motor Diesel con lo cual se necesitan los siguientes datos:

(a) Número de Vehículos a motor Diesel (Tabla 3.2):

- Menor a 3.5 Ton = 5479
- Entre 3.5 a 16 Ton = 2517
- Mayor a 16 Ton = 133

(b) Factor de Emisión (Kg./100Km) (Anexo A - 2)

- Menor a 3.5 Ton = 0.2
- Entre 3.5 a 16 Ton = 0.9
- Mayor a 16 Ton = 1.6

(c) Longitud de Recorrido Anual (Km./año)(Tablas 3.4.a,b,c,d,e)

- Menor a 3.5 Ton = 62000
- Entre 3.5 a 16 Ton = 57000
- Mayor a 16 Ton = 67000

Por lo tanto, teniendo todos los datos se procede a resolver la siguiente ecuación:

- $PTS \text{ (Ton/año)} = [\text{Número de vehículos} \times (\text{longitud prom. De recorrido anual}) \times \text{factor de emisión}] / 1000000$
- $PTS = [5479 \times (62000/1000) \times 0.2] / 1000 = \mathbf{67.94 \text{ Ton/ año}}$

Los resultados obtenidos son para los vehículos menores a 3.5 Ton. Para los vehículos entre 3.5 - 16 Ton y mayores a 16 Ton se procede con la misma fórmula obteniéndose los datos de la Tabla 4.2.1a:

Tabla 4.1. - Cuadro resumen de valores de PTS en Ton/año

VEHICULOS A DIESEL	
CC	PTS
Factor de Emisión	(Kg./1000)
Menor a 3.5 ton	0.20
3.5 a 1.6 ton	0.90
Mayor a 16 ton	1.60
Emisión en Ton/año	(Ton/año)
Menor a 3.5 ton	67.94
3.5 a 16 ton	129.12
Mayor a 16 ton	14.26
TOTAL	197.06

Por lo tanto la cantidad total de PTS producidos por vehículos a motor diesel es de 197.06 Ton/año.

Para el cálculo de emisiones por escape del resto de contaminantes (NO_x , SO_2 , CO , $\text{COV}_{\text{escape}}$, Pb) se procede de la misma forma con sus respectivos factores de emisión, cilindrada, peso de vehículo, etc.

4.2.2. Cálculo de emisiones evaporativas de COV: vehículos a carburador e inyección

Para el cálculo de emisiones evaporativas se requiere de ciertos datos que a continuación se nombran:

a) Número de vehículos totales hasta 1998.

Se consideran los vehículos hasta el año 1998 porque la fabricación de los vehículos después de esta fecha se realiza a inyección. Es por eso que se necesita la cantidad de vehículos a carburador para luego adicionar los de inyección. El total de vehículos es de 22200.

b) Proporción de vehículos a carburador y a inyección

A partir de la cantidad de vehículos que hay hasta el año 1998, el parque automotor se divide en 90% de vehículos con carburador y un 10% de vehículos a inyección. Luego después del año 1998 se considera que todos los vehículos son a inyección.

- Para el 90% a carburador = 19980 veh.
- Para el 10% a inyección = 3341 veh.

c) Distancia recorrida anual (Km./año)

Es la distancia que recorren los vehículos al año. Según encuestas realizadas en la ciudad de Piura, esta distancia es de 55000Km/año para vehículos a gasolina.

d) Distancia recorrida por encendido (Km.)

Es la distancia recorrida desde que se prende el motor hasta que se apaga. Su unidad es el Kilómetro. Tomando como referencia los valores de Chile y México, 6 y 4 Km. se ha considerado el valor de la distancia por encendido para vehículos a gasolina igual a 5 Km. en promedio.

e) Factor de emisión por difusión de calor en vehículos con carburador

Los factores de emisión por difusión de calor a carburador y a inyección se encuentran en el **Anexo A - 2**. Estos factores están expresados Kg. /1000Km y se presentan a continuación:

- A carburador: 9.7 (Kg./ 1000Km)
- A inyección: 0.7 (Kg./ 1000Km)

f) Factor de emisión por pérdidas de funcionamiento

Este factor se encuentra en el Anexo A - 2 y tiene un valor de 0.55 Kg. /1000Km.

g) Factor de Emisión por pérdidas diurnas controladas y no controladas

Estos factores se encuentran en el **Anexo A-2** y están expresados en Kg.*veh*año.

- Pérdidas diurnas controladas = 0.0694 Kg.*veh*año.
- Pérdidas diurnas No controladas = 2.635 Kg.*veh*año.

h) Factor de corrección de Grecia – Italia

Los factores de emisión dependen de la temperatura del ambiente y de la volatilidad de la gasolina. Para calcular estos efectos, los factores enumerados deberán multiplicarse por los factores de corrección apropiados que se indican en el **Anexo A - 2**. Se escoge el factor de corrección de Italia – Grecia, porque se asemeja más al ambiente de Perú. Los factores serán los siguientes:

- Por funcionamiento = 1.2
- Por difusión de calor = 1.2
- Por Pérdidas diurnas = 2.1

Teniendo en cuenta los datos antes descritos, se procede al cálculo de emisiones evaporables utilizando las ecuaciones (08), (09), (10) y (11) de la siguiente forma:

Ecuación (7): Difusión de calor a carburador

$$(19980 * ((9.4/5)/1000) * 55000) * 1.2/1000 = 2479.118 \text{ Ton/año}$$

Ecuación (8): Difusión de calor a inyección:

$$(3341 * ((0.7/5)/1000) * 55000) * 1.2/1000 = 30.871 \text{ Ton/año}$$

Ecuación (9): Pérdidas por funcionamiento:

$$(23321 * ((0.55)/1000) * 55000) * 1.2/1000 = 846.552 \text{ Ton/año}$$

Ecuación (10): pérdidas diurnas

- No controlado = $(8040 * 2.635 * 2.1)/1000 = 44.489 \text{ Ton/año}$
- Controlado = $(14861 * 0.0694 * 2.1)/1000 = 2.166 \text{ Ton/año}$

Todos los datos son dados en Toneladas anuales. En las Tablas 4.2.a, 4.2.b y 4.2.c se presentan los valores de PTS calculados para vehículos livianos, vehículos pesados y vehículos menores.

TABLA 4.2.a.- Emisiones evaporativas de COV para vehículos del parque automotor de Piura

PTS	División	Número de vehículos	Emisión de COV (Ton/año)
DIFUSION DE CALOR	Carburador	19 980	2479.118
	Inyección	3341	30.871
PERDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	Totales	23321	846.552
PERDIDAS DIURNAS	No controlado	8040	44.489
	Controlado	14861	2.166
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES			3 403.197

TABLA 4.2.b.- Emisiones evaporativas de COV para vehículos pesados del parque automotor de Piura

PTS	Número de vehículos	Emisión de COV (Ton/año)
DIFUSIÓN DE CALOR	728	179.26272
PÉRDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	728	74.6928
PÉRDIDAS DIURNAS	728	23.44
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES		277.39

TABLA 4.2.c.- Emisiones evaporativas de COV para vehículos menores del parque automotor de Piura

PTS	Número de vehículos	Emisión de COV (en Ton/año)
DIFUSIÓN DE CALOR	6951	618.08
PÉRDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	6951	713.17
PÉRDIDAS DIURNAS	6951	21.31
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES		1 352.57

4.2.3. Resultados obtenidos

Los resultados de los contaminantes químicos obtenidos se muestran en las siguientes Tablas 4.3 a 4.3.b y en las Figuras:

TABLA 4.3.a.- Total de emisiones de escape del parque automotor de la ciudad de Piura (Ton/año)							
	PTS	SO₂	NO_x	CO	COV	PLOMO	COV_{evap}
VEHÍCULOS A DIESEL	197.062	434.099	1930.723	1,200.512	423.974	0.000	0.000
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	19.104	55.424	498.134	9,120.652	837.834	10.669	3403.197
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	8.147	31.092	205.658	3,309.847	330.519	4.208	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	18.341	67.568	522.373	6,131.268	744.137	9.135	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	36.933	114.123	887.565	8,299.384	1 176.581	16.420	
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	16.598	186.732	186.732	2,904.720	290.472	12.864	277.390
MOTOS LINEALES	1.813	20.763	6.407	647.658	251.397	0.000	1352.70
MOTOTAXIS	1.403	4.930	11.140	937.489	277.380	0.000	
TOTAL	299.401	914.730	4 248.732	32 551.531	4 332.294	53.296	525 033.157

TABLA 4.3.b.- Porcentaje de las emisiones totales del parque automotor de la ciudad de Piura (%)							
	PTS	SO₂	NO_x	CO	COV	Pb	COV_{evap}
VEHÍCULOS A DIESEL	65.819	47.456	45.442	3.688	9.786	0.000	0.000
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	6.381	6.059	11.724	28.019	19.339	20.019	67.6
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	2.721	3.399	4.840	10.168	7.629	7.895	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	6.126	7.387	12.295	18.836	17.177	17.141	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	12.336	12.476	20.890	25.496	27.158	30.809	
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	5.544	20.414	4.395	8.923	6.705	24.137	5.5
MOTOS LINEALES	0.606	2.270	0.151	1.990	5.803	0.000	26.9
MOTOTAXIS	0.468	0.539	0.262	2.880	6.403	0.000	

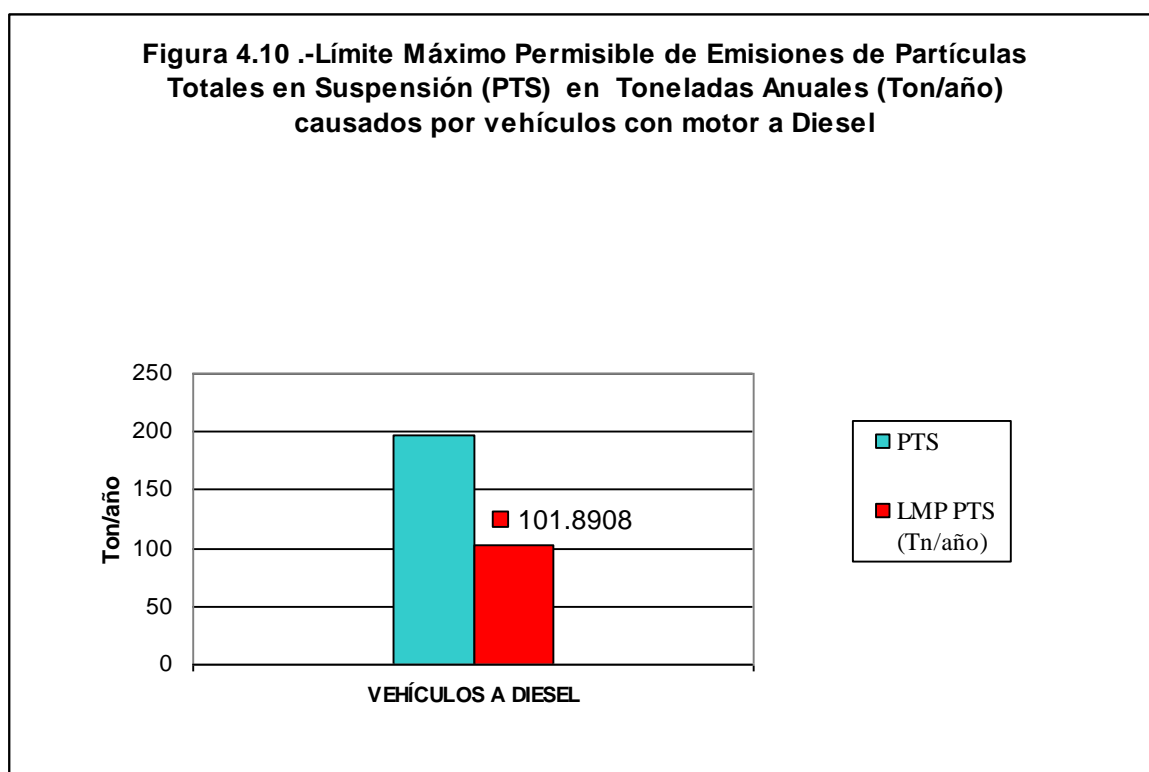
Cuadros de emisiones de contaminantes químicos

4.2.4. Evaluación de los resultados con los LMPs

4.2.4.1. Vehículos con motor Diesel

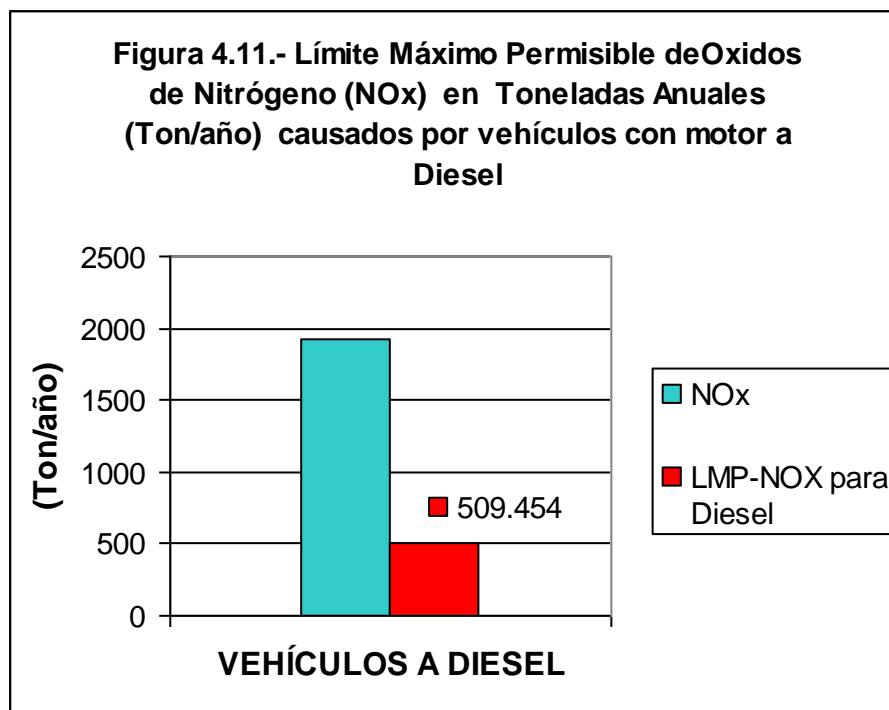
A. Nivel de contaminantes de PTS

Las Partículas Totales en Suspensión (PTS) son emisiones provocadas mayormente por los vehículos con motor diesel, las cuales están alrededor de 197.062 Ton/año, sobrepasando el límite máximo permisible de 101.89 Ton/año (**Ver Figura 4.10**).



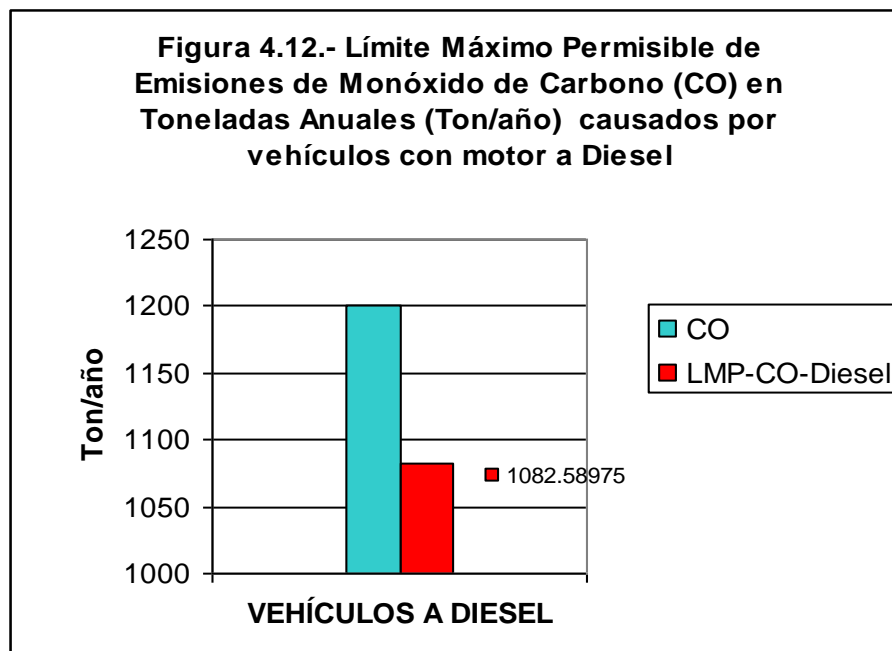
B. Nivel de contaminantes de NO_x

El nivel de NO_x causado por vehículos a motor diesel es de 1930.723 Ton/año, sobrepasando por una diferencia considerable al límite máximo permisible de 509.454 Ton/año (**Ver Figura 4.11**).



C. Nivel de Contaminantes CO

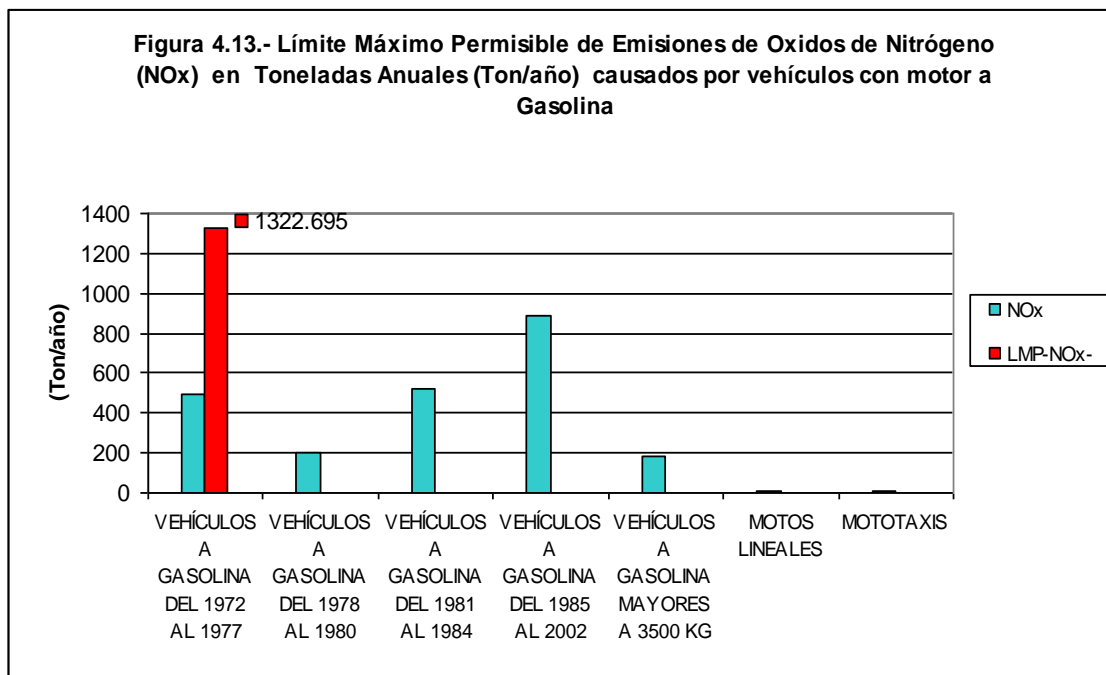
El nivel de CO causado por vehículos a motor diesel es de 1 200.512 Ton/año, sobrepasando el límite máximo permisible de 1 082.59 Ton/año (Ver Figura 4.12).



4.2.4.2. Contaminantes por vehículos con motor a gasolina

A. Nivel de contaminantes de NO_x

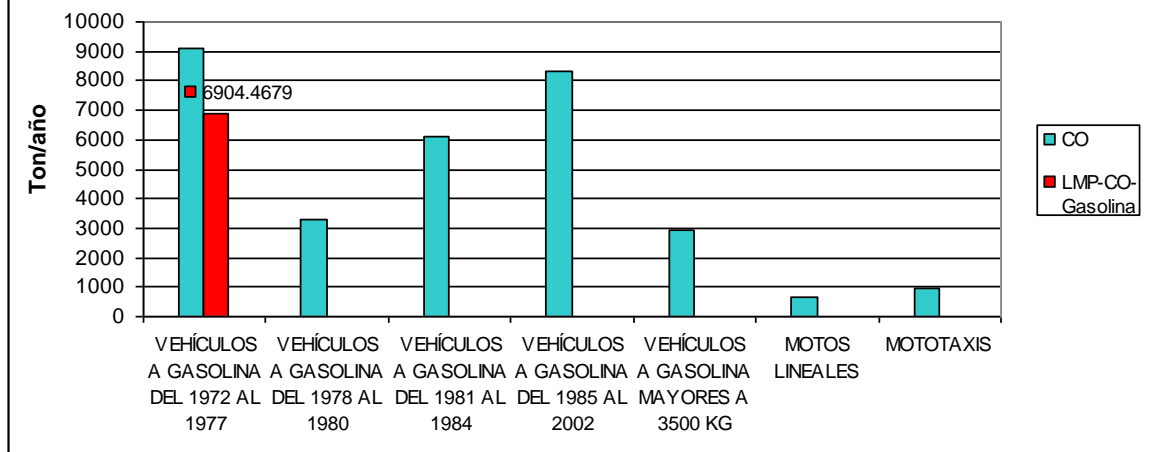
El nivel máximo de NO_x causado por vehículos con motor a gasolina con año de fabricación entre los años 1985 y 2002 es de 887.565 Ton/año, sin llegar a sobrepasar el límite máximo permisible de 1322.695 Ton/año (Ver Figura 4.13).



B. Nivel de Contaminantes CO

El nivel máximo de CO causado por vehículos antiguos con motor a gasolina y entre los años de fabricación 1972-1977 es de 9120.65 Ton/año. Este valor sobrepasa el límite máximo permissible de 6904.47 Ton/año. Además los vehículos con año de fabricación de 1985-2002 sobrepasan al valor límite en 1394.9121 Ton/año, debido a que se ha evaluado una cantidad mayor de vehículos (**Ver Figura 4.14**).

Figura 4.14 .- Límite Máximo Permissible de Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) en Toneladas Anuales (Ton/año) causados por vehículos con motor a Gasolina



CAPITULO V.- EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS DEBIDOS AL TRÁFICO RODADO

Para la evaluación de contaminantes físicos (ruidos), debidos al tráfico rodado, se ha requerido de información básica relacionada con la determinación de las horas críticas de flujo vehicular, medición del nivel de presión sonora continua equivalente (L_{eq}), índices de calidad ambiental en las intersecciones de las avenidas principales y una estimación estadística del nivel de presión sonora recomendada para la ciudad de Piura.

5.1. Estudio del flujo vehicular en las avenidas Sánchez Cerro, Grau y Panamericana.

Este estudio fue realizado por la Municipalidad Provincial de Piura en el año 2000. Se obtuvo una base de datos relacionada con el flujo vehicular (en veh/h) que transita por las intersecciones de las avenidas principales: Sánchez Cerro, Grau y Panamericana (**Ver Anexo D**).

De la evaluación de este estudio, se ha podido identificar las intersecciones en las que hay mayor circulación de vehículos en los periodos de 7:01 am a 22:00 horas y de 22:00 a 7:00 horas.

5.1.1. Análisis de flujo en intersecciones

El análisis de flujo vehicular se realizó tomando como puntos de muestra las intersecciones de las avenidas principales: Sánchez Cerro, Grau y Panamericana.

La metodología seguida para el análisis de flujo de intersecciones fue igual en las tres avenidas y se describe a continuación:

5.1.1.1. Número de vehículos que transitan en la intersección

El número de vehículos en la intersección fue contabilizado considerando todos los vehículos que transitan por la avenida principal y las avenidas que interceptan a ésta. Si la avenida secundaria tenía doble carril, se tomó el número de vehículos tanto en el carril derecho como en el carril izquierdo (**Ver Anexo D**).

5.1.1.2. Horario de muestreo en intersecciones

El muestreo de flujo vehicular fue realizado en las intersecciones de las avenidas Sánchez Cerro, Grau y Panamericana en un horario determinado, es decir, en el tiempo en que transita la mayor cantidad de vehículos. Se tomaron datos en las mañanas (entre las 7:00 y las 9:00 a.m.), al medio día (entre 12:00 a 2:00 p.m.) y de 6:00 a 7:30 p.m.

Es importante recalcar que estos datos servirán para relacionar el flujo vehicular con los niveles de ruido y a su vez comparar estos niveles con los límites máximos permisibles establecidos por la Ordenanza de la Municipalidad Provincial de Piura, para este mismo período de tiempo (7:01-22:00 horas).

5.1.1.3. Factores de conversión a unidad vehicular equivalente

Los factores de conversión se utilizan para convertir todos los datos a una unidad equivalente y así poder obtener el número de vehículos por hora.

Los factores de conversión se muestran a continuación:

Auto o Tico (A)	1.00	Mototaxi (MTTXI)	1.25
Combi (C)	1.25	Custer (Cu)	1.5
Camión (Ca)	2.00	Omnibus (On)	2.00

5.1.1.4. Flujo vehicular máximo

Es el flujo vehicular máximo que se obtiene en una intersección y a una determinada hora de tránsito. Es importante identificar el punto y la hora donde se tiene que medir el nivel sonoro equivalente (Leq) con el sonómetro. Para obtener el flujo vehicular máximo en una intersección, es necesario conocer la hora apropiada de medición, mediante visitas continuas a las principales avenidas, y así, tener información confiable.

5.2 Zonificación de puntos de nivel de presión sonora

Para la zonificación del estudio se ha utilizado el Plan Director actualizado al 2001 proporcionado por la Municipalidad Provincial de Piura. Esta información ha permitido clasificar cada intersección dentro de cada una de las siguientes zonas:

- Zonificación residencia
- Zonificación comercial
- Zonificación industrial

Esta información es importante para la comparación de los niveles de ruido medidos en cada intersección, con los límites máximos permisibles establecidos por la Ordenanza 04-96 C/PPP.

A continuación se describe cada una de las zonas consideradas por la Ordenanza Municipal, así como la identificación de estas zonas en cada una de las avenidas en estudio.

5.2.1. Zona Residencial

La zona residencial es el uso identificado de viviendas o residencias tratadas en conjunto que permiten la concentración poblacional.

Para la avenida Sánchez Cerro las zonas residenciales se encuentran en las intersecciones de la Av. Loreto, calle Libertad y calle Arequipa. La mayor parte de la Av. Grau está conformada por zonas residenciales como las intersecciones con Calle Otto Tonsman, Av. César Vallejo y Av. Chulucanas. En la Av. Panamericana casi todas las intersecciones donde se midió el nivel sonoro son de tipo residencial a excepción de la intersección Panamericana con Vice. **(Ver Tabla 5.1)**

5.2.2. Zona Comercial

Es el tipo de comercio que en forma agrupada, se da en la periferia de los centros comerciales.

En la Av. Sánchez Cerro, las zonas de comercialización se encuentran en la intersección con la Av. Gulman, Mártires de Uchuracay y la Av. Sullana.

En la carretera Panamericana, las zonas de comercialización se encuentran en las intersecciones con la Av. Gulman, Mártires de Uchuracay y la Av. Sullana.

En la Av. Grau, las zonas de comercialización se encuentran en la intersección con la Av. Gulman. **(Ver Tabla 5.1)**.

5.2.3. Zona Industrial

La zona industrial es una zona destinada para establecimientos industriales con concentración de materia prima, con producción a escala y orientados al área de mercado local y a la infraestructura vial urbana.

En la Av. Sánchez Cerro Panamericana y Grau, las zonas industriales son las que se localizan en la intersección con la avenida Vice. **(Ver Tabla 5.1)**.

Tabla 5.1. - Zonificación de las principales avenidas de la ciudad de Piura			
Avenida	Intersección con	Zonificación	Observaciones
Av. Sánchez Cerro	Av. Sullana	Comercial	Puntos de referencia conocidos: EDPYME y Shon Shing
	Av. M. De Uchurracay	Comercial	Puntos de referencia conocidos: Banco de Crédito y Mercado Modelo
	Av. Loreto	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Botica Felicidad y ferretería Miyagi
	Calle Arequipa	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Costo y Rent-a car
	Av. Vice	Industrial	Puntos de referencia conocidos: Repsol y Textil – Piura
	Av. Gulman	Comercial	Puntos de referencia conocidos: Colegio Fátima y mercado modelo
	Calle La Libertad	Residencial	Puntos de referencia conocidos: plaza Merino
Av. Grau	Av. Sullana	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Canal 2, oficinas - César Vallejo
	Av. Gulman	Comercial	Puntos de referencia conocidos: empresa Honda
	AV. Oto Tonsman	Residencial	Puntos de referencia conocidos: IPSS
	Av. Vice	Industrial	Puntos de referencia conocidos: Iglesia San José, Pibody
	Av. César Vallejo	Residencial	Puntos de referencia conocidos: plaza Merino
	Av. Chulucanas	Residencial	Puntos de referencia conocidos: plaza Merino
	Av. San Martín	Residencial	Puntos de referencia conocidos: plaza Merino
Av. Panamericana	Av. San Ramón	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Colegio Santa Maria y Gobierno Regional
	Av. M. De Uchurracay	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Grifo Mega
	Av. Sullana	Residencial	Puntos de referencia conocidos: Casa de reposo de sordo mudos, cementerio metropolitano
	AV. Vice	Industrial	Puntos de referencia conocidos: Grifo San Ramón, Oro Negro

* Fuente: Plan director actualizado del 2001 de la Municipalidad Provincial de Piura

5.3 Medición de niveles de ruido

5.3.1. Metodología para la medición de nivel de presión sonora continua equivalente (L_{eq})

Las mediciones se realizaron en las principales avenidas de la ciudad de Piura. En cada una se jerarquizaron las vías por su flujo vehicular, conforme los datos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), situación topográfica y los posibles efectos sobre el usuario y la población circunvecina afectada. Con esa información y a través de visitas de evaluación previas, se determinaron los tramos críticos a medir.

El estudio de campo puede considerarse para fines prácticos como una medición de monitoreo conforme las siguientes consideraciones:

- Las mediciones se realizaron durante períodos continuos de 7 h.
- La medición del ruido puede considerarse como continua a lo largo del período de medición.
- Las mediciones no se aplicaron bajo condiciones climáticas adversas como lluvia, viento o nieve, que pudieran afectar la confiabilidad de los resultados.
- El grado de precisión de las mediciones no puede llegar a la exactitud; sin embargo, el rango de variación es menor a ± 5 dB, debido a que se utiliza un sonómetro de precisión que puede hallar variaciones en la presión sonora de hasta medio decibel.

Se identificaron los puntos de medición en cada uno de los tramos considerados como críticos. Para seleccionar los puntos, se consideró el criterio de que no debían estar cerca de accesos o salidas de la carretera, ni en pendientes pronunciadas ni con obstáculos a su alrededor que puedan amortiguar las ondas sonoras. Este criterio se consideró con el fin de que las mediciones se realicen en condiciones estándar de operación, sin la influencia de los vehículos que circulan por la zona, ya sea por su velocidad o por el ruido producido por los tubos de escape en las pendientes pronunciadas, podrían incrementar los niveles de ruido reales. Asimismo, el nivel de ruido podría ser amortiguado por la presencia de cortinas de árboles o formaciones topográficas del lugar.

En estas mediciones se tomaron lecturas del L_{eq} de 60 segundos, que es el nivel de presión sonora continuo equivalente para un período fijo de un minuto, en un horario de las 08:00 a las 15:00 h, a intervalos de 2 min. Posteriormente se integraron estas lecturas para conformar el L_{eq} en períodos mayores; en este caso 7 h, obteniéndose finalmente el $L_{eq \text{ total}}$, que es el nivel de presión que habría sido producido por un ruido constante con la misma energía del ruido realmente percibido durante el intervalo de medición, calculado en decibeles (dB).

En la propuesta se han fijado dos indicadores $L_{eq \text{ día}}$ (nivel equivalente día) y el $L_{eq \text{ noche}}$ (nivel equivalente noche), siendo el primero de ellos el parámetro básico de ruido como indicador de “molestia”. En este caso se evaluará $L_{eq \text{ día - tarde - noche}}$ con

mayor detenimiento que el L_{eq} debido a que las lecturas se encuentran dentro del rango de la Ordenanza Municipal.

También se presentan los valores percentiles L_{10} , que es el nivel de ruido sobrepasado durante el 10% del tiempo considerado y L_{50} que corresponde al nivel de ruido sobrepasado durante el 50% del tiempo considerado, y que representa la mediana estadística.

5.3.2. Instrumento de medición del nivel sonoro.

Para medir el nivel sonoro disponemos de los Sonómetros. Estos aparatos nos permiten conocer el nivel de presión sonora o SPL (“Sound Pressure Level”). Normalmente suelen ser sistemas digitales y presentan los valores medidos en una pantalla de cristal líquido. Éstos siempre se dan como decibelios dB y en referencia al valor antes señalado de $(2E-5 Pa)$. (Ver figura 5.1)

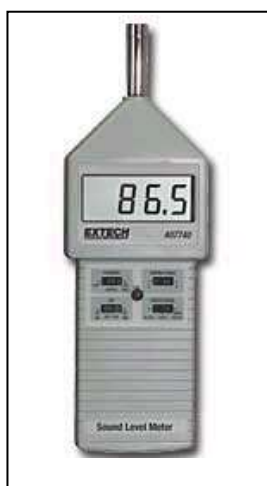


Figura 5.1.- Instrumento para medir el nivel sonoro - Sonómetro

Para que el sonómetro obtenga medidas coherentes en los puntos de muestreo es necesario contar con un calibrador acústico el cual, genera por una cavidad a través de un pequeño altavoz un nivel de presión acústica estable y conocido que es producido por un oscilador eléctrico.

5.3.3. Resultados obtenidos

5.3.3.1. Niveles de presión sonora continua equivalente (L_{eq})

Las mediciones de ruido efectuadas (nivel de presión sonora equivalente- L_{eq} día) se llevaron a cabo entre los días 14 y 30 de agosto del año 2004. Se realizaron entre las 07:00 y 22:00 horas. Luego, se determinaron el L_{eq} total, el L_{eq} 1h, el L_{eq} 10, el L_{eq} 50, y el L_{eq} noche 1 h (entre las 22:00 y 07:00 horas) para las principales avenidas mostradas en las tablas 5.2.a, 5.2.b y 5.2.c, 5.2.d, 5.2.e, 5.2.f.

Nivel de ruidos Av. Sánchez Cerro, Grau, Panamericana

En la Tabla 5.3.a se presentan un cuadro resumen de las mediciones del L_{eq} día total en las intersecciones de las avenidas principales.

5.3.3.2. Análisis estadísticos

Con los resultados de las 18 intersecciones mencionadas, se procedió realizar un análisis estadístico, obteniéndose los resultados que se presentan en las Tablas 5.3.b y 5.3.c.

Tabla 5.3.a. Lecturas L_{eq} día total de las intersecciones evaluadas en las avenidas principales

N°	Av. Sánchez Cerro	Av. Grau	Av. Panamericana	Población Ruido
1	77.3	75.9	73.90	77.3
2	78.50	73.9	74.60	78.50
3	75.90	75.3	71.9	75.90
4	76.40	78.4	71.80	76.40
5	76.3	71.3		76.3
6	78.5	73.8		78.5
7	70.9	75.8		70.9
8				75.9
9				73.9
10				75.3
11				78.4
12				71.3
13				73.8
14				75.8
15				73.90
16				74.60
17				71.9
18				71.80

Tabla 5.3.b.- Resumen de estadísticas de las principales avenidas entre las horas 07:00 y 10:00 p.m.

Variable	Av. Sánchez Cerro	Av. Grau	Av. Panamericana
Desviación estándar	2.58189668	2.213164078	1.415391583
N	7	7	4
Mediana	76.4	75.3	72.9
Promedio	76.2571429	74.91428571	73.05
Max.	78.5	78.4	74.6
Min.	70.9	71.3	71.80

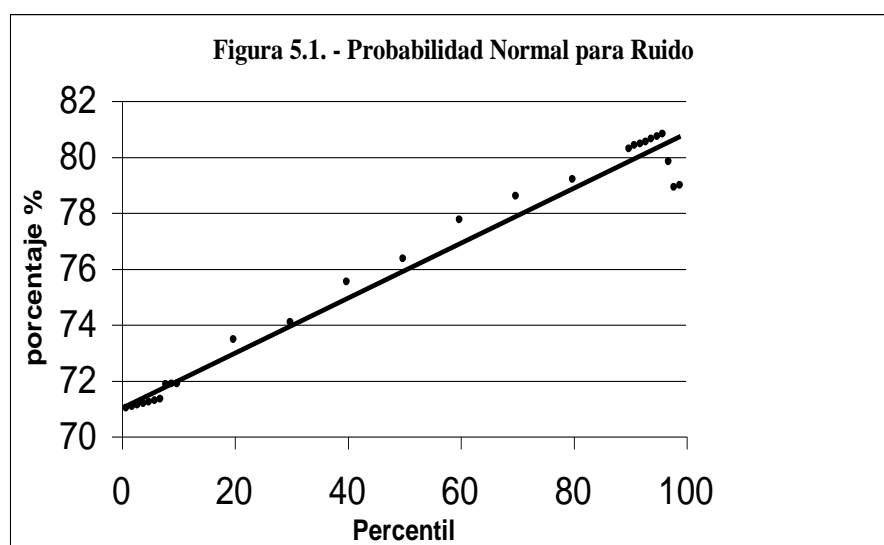
Tabla 5.3.c. - Resumen de estadísticas de las principales avenidas entre las horas 10: 01 y 07:00 a.m.

Variable	Av. Sánchez Cerro	Av. Grau	Av. Panamericana
Desviación estándar	4.978528688	4.204073655	7.947755393
N	35	35	35
Mediana	70.2	64.8	62.15
Promedio	68.93142857	65.56	65.055
Max	76	73.5	79.2
Min.	57.4	59	53.2

La Tabla 5.3.d, presenta los percentiles y la probabilidad normal de la población ruido (el conjunto de todos los datos). Del análisis se obtuvo que el valor de la media es de 76.3 dB y la desviación estándar es 2.07 dB. Estos valores serán considerados en la determinación del valor del nivel máximo permisible de ruido. Estos valores han sido representados gráficamente en la Figura 5.1.

Tabla 5.3.d. - Estimación de percentiles para la población de ruido

Porcentaje	Percentiles
1	70.968
2	71.028
3	71.08
4	71.124
5	71.18
6	71.236
7	71.292
8	71.812
9	71.826
10	71.84
20	73.42
30	74.04
40	75.48
50	76.3
60	77.7
70	78.54
80	79.14
90	80.24
91	80.366
92	80.42
93	80.492
94	80.582
95	80.675
96	80.76
97	79.784
98	78.864
99	78.932



5.4 Evaluación de resultados según Ordenanza municipal 04-96C/PPP

5.4.1. Nivel de presión sonora equivalente en la Avenida Sánchez Cerro

- Zona Residencial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas como se muestra en la **Tabla 5.2.a**, los niveles de presión sonora, medidos en los puntos evaluados, sobrepasan el límite máximo permisible permitido por la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP, llegando a niveles de 80 dB, lo cual se considera como ruido nocivo de acuerdo a la ordenanza. Esto ocurre para lecturas $L_{eq\text{total}}$, $L_{eq1\text{hora}}$, L_{eq10} , y L_{eq50} . Se puede observar que se sobrepasa los límites permisibles de L_{eq1h} y L_{eq50} para ruidos nocivos en la intersección de la avenida Sánchez Cerro con la calle Arequipa. Esto significa que el L_{eq50} corresponde al 50% del tiempo medido en el cual el nivel de ruido es constante en esa zona. .

Como se muestra en la **Tabla 5.2.b**, para el intervalo de 10:01pm a 07:00 a.m., los puntos de medición de nivel de presión sonora, sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP, el cual es de 50 dB. Las lecturas realizadas cada hora (L_{eq1h}) han demostrado que las zonas residenciales de la avenida Sánchez Cerro producen molestias a la población, sin llegar a ser un ruido nocivo que afecte a la salud de las personas que habitan en ese perímetro.

- Zona Comercial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas, como se muestra en la **Tabla 5.2.a**, la mayoría de los puntos de medición de nivel de presión sonora sobrepasa el límite máximo permisible permitido para ruidos según la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP. Los valores más altos se registraron en la intersección Sánchez Cerro- Mártires de Uchurracay con un valor de L_{eq50} igual a 80 dB. y la intersección Av. Sánchez Cerro - Calle Gulman con un L_{eq50} de 82.4 dB. sobrepasando el valor límite de ruidos nocivos según la ordenanza municipal.

Las lecturas $L_{eq\text{total}}$ oscilan entre 77 y 78 dB. Esto significa que no son ruidos nocivos para la población.

Como se muestra en la **Tabla 5.2.b**, en el intervalo de 10:00 a 07:00 a.m. las lecturas L_{eq1h} sobrepasan el LMP de la ordenanza municipal en las 3 primeras horas oscilando entre 60 y 70 dB. Algunas intersecciones se encuentran dentro de los límites como la intersección entre Av. Sánchez Cerro – Calle Sullana con lecturas de 58.5 y 57.4 dB. a las 2 últimas horas de medición.

- Zona Industrial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas, la intersección entre la Av. Sánchez Cerro – Av. Vice, como se muestra en la **Tabla 5.2.a**, las lecturas de $L_{eq\ total}$, L_{eq1h} , $L_{eq\ 10}$ y L_{eq50} son 76.3, 80.9, 78.6 y 80.7 dB respectivamente. Algunas de las lecturas sobrepasan los LMP de la ordenanza como el L_{eq50} , L_{eq1h} , aunque la $L_{eqqtotal}$ y L_{eq10} son ruidos que no son molestos ni nocivos por la población.

Para el intervalo de 10:00 a 07:00 a.m. como se muestra en la **Tabla 5.2.b**, la intersección con Av. Sánchez Cerro- Av. Vice se encuentra dentro de los límites de la ordenanza oscilando ente 60 a 70 dB.

5.4.2. Nivel de presión sonora equivalente en la Avenida Grau

- Zona Residencial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas como se muestra en la **Tabla 5.2.c**, la mayoría de los puntos de medición de nivel de presión sonora, sobrepasa el límite máximo permisible permitido por la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP para ruidos molestos. El nivel máximo medido por el sonómetro es para lectura de L_{eq10} de 79.6 dB en la intersección Grau – Av. Chulucanas, lo cual significa que un 10% del tiempo medido la población es afectada por ruidos molestos. Las lecturas de $L_{eq\ total}$ que oscilan entre 71 y 76 dB, sobrepasando los valores límites para ruidos molestos. Ninguna de las lecturas son dañinas para la salud de la población.

Entre las 10:01 a 07:00 a.m. como se muestra en la **Tabla 5.2.d**, las lecturas L_{eq1h} fluctúan entre 59 y 74dB sobrepasando el valor límite para ruidos molestos, sin afectar la salud de la población.

- Zona Comercial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas como se muestra en la **Tabla 5.2.c**, la mayoría de los puntos de medición de nivel de presión sonora en la intersección Av. Grau - Av. Gulman, sobrepasa el límite máximo permisible permitido para ruidos molestos, según la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP. Las lecturas $L_{eq\ total}$ y L_{eq50} son 73.9 y 73.6 dB respectivamente. Esta última significa que un 50% del tiempo medido sobrepasa el límite máximo permisible para ruidos molestos.

Entre las 10:01 y 07:00 a.m. como se muestra en la **Tabla 5.2.d**, las lecturas L_{eq1h} de la intersección Av. Grau - Av. Gulman, sobrepasan el límite de la ordenanza municipal para ruidos molestos sin afectar la salud de la población.

- Zona Industrial

En el intervalo de 07:01 a.m. a 22:00 horas, la intersección entre la Av. Grau – Av. Vice, las lecturas de $L_{eqtotal}$, L_{eq1h} , L_{eq10} y L_{eq50} , son 78.4, 77.2, 73.7, 76.9 dB respectivamente. Todos los valores están dentro del límite de la Ordenanza Municipal en mención tanto para ruidos molestos como nocivos. Ver **Tabla 5.2.c**.

Para el intervalo de 10:01 a 07:00 a.m., las lecturas L_{eq1h} para las 2 primeras horas sobrepasaron el valor límite para ruidos molestos, establecidos por la Ordenanza Municipal. Las mediciones se encontraron en el rango de 70 y 72dB. Las tres últimas horas de medición se mantuvieron dentro de los límites para ruidos molestos, fluctuando entre 62 y 69 dB. Ver **Tabla 5.2.d**,

5.4.3. Nivel de presión sonora equivalente en la Av. Panamericana

- Zona Residencial

En el intervalo de 07:01 a 22:00 horas, las lecturas L_{eq} , sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP para ruidos molestos, llegando a niveles de 77 dB para el L_{eq1h} . En la intersección Av. Panamericana - Av. San Ramón, la lectura para L_{eq50} es de 77.2 dB, lo cual significa que este valor se mantiene durante un 50% del tiempo de medición, siendo un valor considerable para ruidos molestos. Para las lecturas L_{eq1h} comprendidas entre las 22:01 a 07:00 horas, los valores sobrepasan los límites máximos permisibles utilizados por la Ordenanza Municipal para ruidos molestos. Sin embargo no superó los límites para ruidos nocivos que afectan la salud de las personas. Ver **Tabla 5.2.e**.

- Zona Industrial

En el intervalo de 07:01 a 22:00 horas, las lecturas $L_{eqtotal}$, L_{eq1h} , L_{eq10} , L_{eq50} para la intersección entre la Av. Panamericana–Av. Vice, son 71.8, 69.5, 76.1, 74.1dB. respectivamente. Estos valores se mantienen dentro de límite máximo permisible establecidos en la Ordenanza Municipal N° 04-96C/PPP para ruidos molestos. Ver **Tabla 5.2.e**.

Entre las 22:01 a 07:00 horas, las lecturas L_{eq1h} sobrepasan los límites para ruidos molestos de la Ordenanza Municipal. Sin embargo, no superan los límites correspondientes a ruidos nocivos. Ver **Tabla 5.2.f**.

5.5. Evaluación según los Índices de Calidad Ambiental referidos al Nivel de presión sonora

5.5.1 Índice de Calidad Ambiental en Av. Sánchez Cerro

De los resultados obtenidos se puede decir que los valores de Nivel de ruido entre las 07:01 hasta las 22:00 horas, mantienen un valor máximo de 78.5 dB y promedio de 76.25 dB. Ver **Tabla 5.3.b**.

Además se puede decir que los valores de nivel de ruido entre las 22:01 hasta las 07:00 horas, mantienen un máximo de 76 dB en la intersección Av. Sánchez Cerro – Calle Libertad y un promedio de 69 dB. Ver **Tabla 5.3.c**.

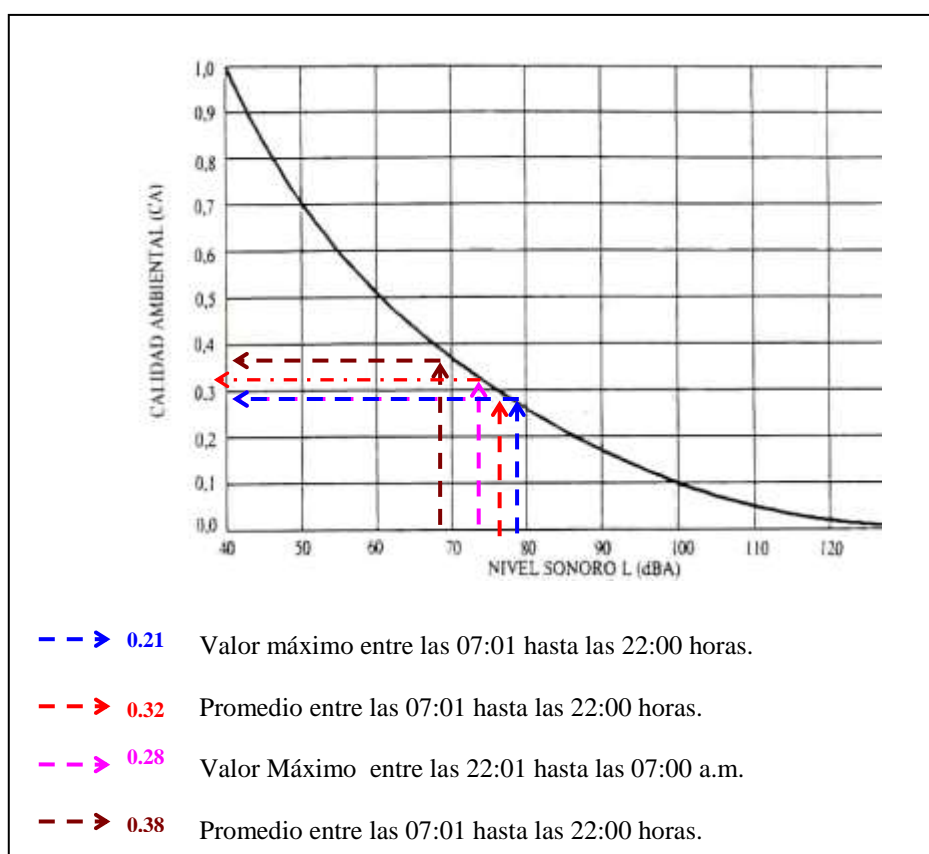


Figura 5.2.a Curva de transformación del Nivel de Presión Sonora en Av. Sánchez Cerro

De la Figura 5.2.a se obtiene la calidad ambiental, referida al nivel de presión sonora máximo y promedio, existente en el intervalo de 07:01 a 22:00 horas:

- Calidad ambiental = 0.29 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.32 para el caso de los valores promedio.

De la Figura 5.2.a se obtiene la calidad ambiental, referida al nivel de presión sonora máximo y promedio, existente en el intervalo 22:01 – 07:00 horas:

- Calidad ambiental = 0.28 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.38 para el caso de los valores promedio.

5.5.2 Índice de Calidad Ambiental en Av. Grau

De los resultados obtenidos se pueden decir que los valores de nivel de ruido entre las 07:01 hasta las 22:00 horas, mantienen un máximo de 78.4 dB y un promedio de 75 dB. Ver **Tabla 5.3.b**.

Además se puede decir que los valores de Nivel de ruido entre las 22:01 hasta las 07:00 horas, mantienen un máximo de 73.5 dB en la intersección Av. Grau – Av. San Martín y un promedio de 66 dB. Ver **Tabla 5.3.c**.

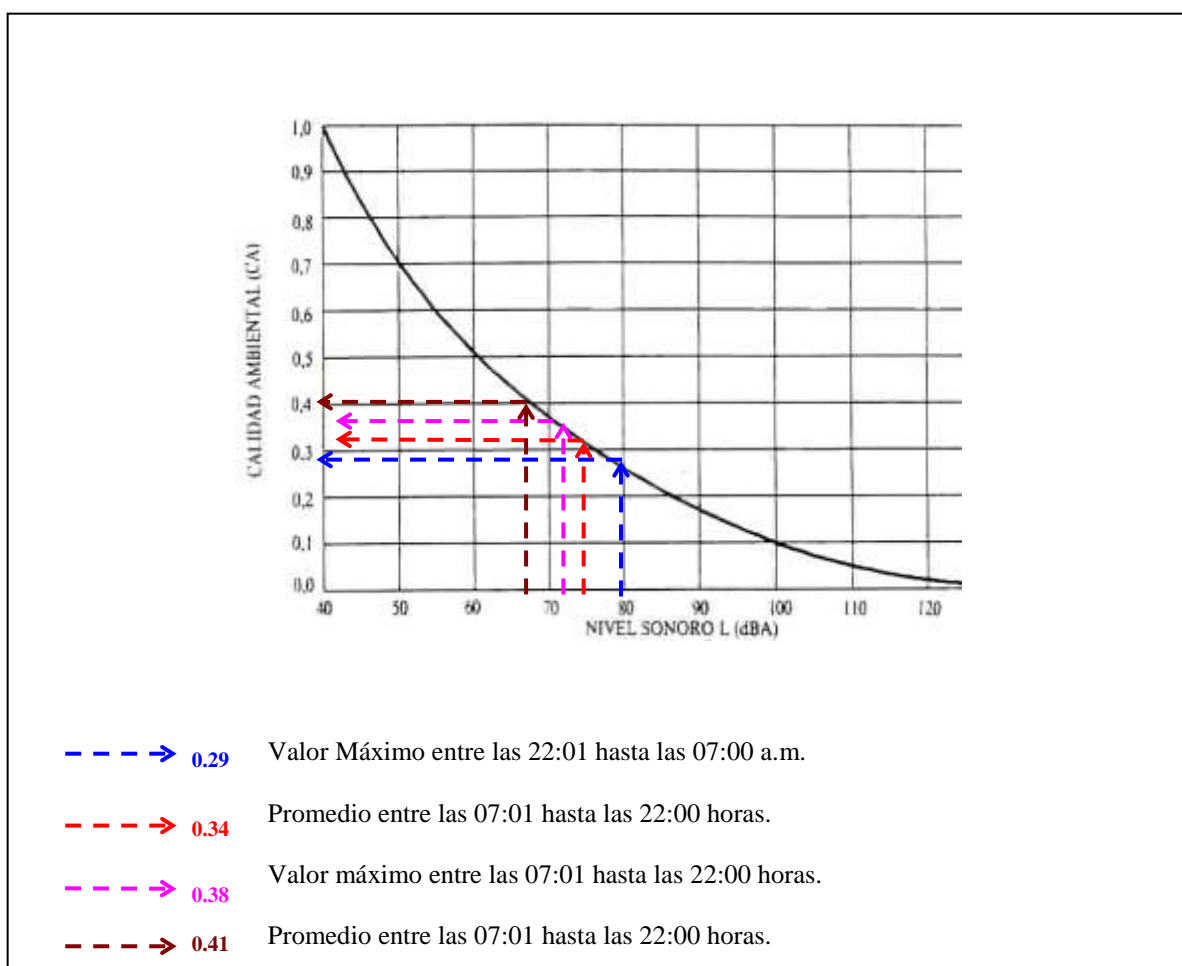


Figura 5.2.b . - Curva de transformación del Nivel de Presión Sonora en Av. Grau

De la Figura 5.2.b se obtiene que los niveles de ruido reportados para el horario entre 07:01 – 22:00 horas, establece un índice de calidad ambiental en la zona equivalente a:

- Calidad ambiental = 0.29 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.34 para el caso de los valores promedio.

De la Figura 5.2.b se obtiene que los niveles de ruido reportados para el horario de 22:01 – 07:00 horas, establece una calidad ambiental en la zona equivalente a:

- Calidad ambiental = 0.32 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.41 para el caso de los valores promedio.

5.5.3 Índice de Calidad Ambiental en Panamericana

De los resultados obtenidos se puede decir que los valores de Nivel de ruido entre las 07:01 hasta las 22:00 horas, mantienen un máximo de 74.6 dB y un promedio de 73 dB. Ver **Tabla 5.3.b**.

Además se puede decir que los valores de nivel de ruido entre las 22:01 hasta las 07:00 horas, mantienen un máximo de 79.2 dB y un promedio de 65 dB. Ver **Tabla 5.3.c**.

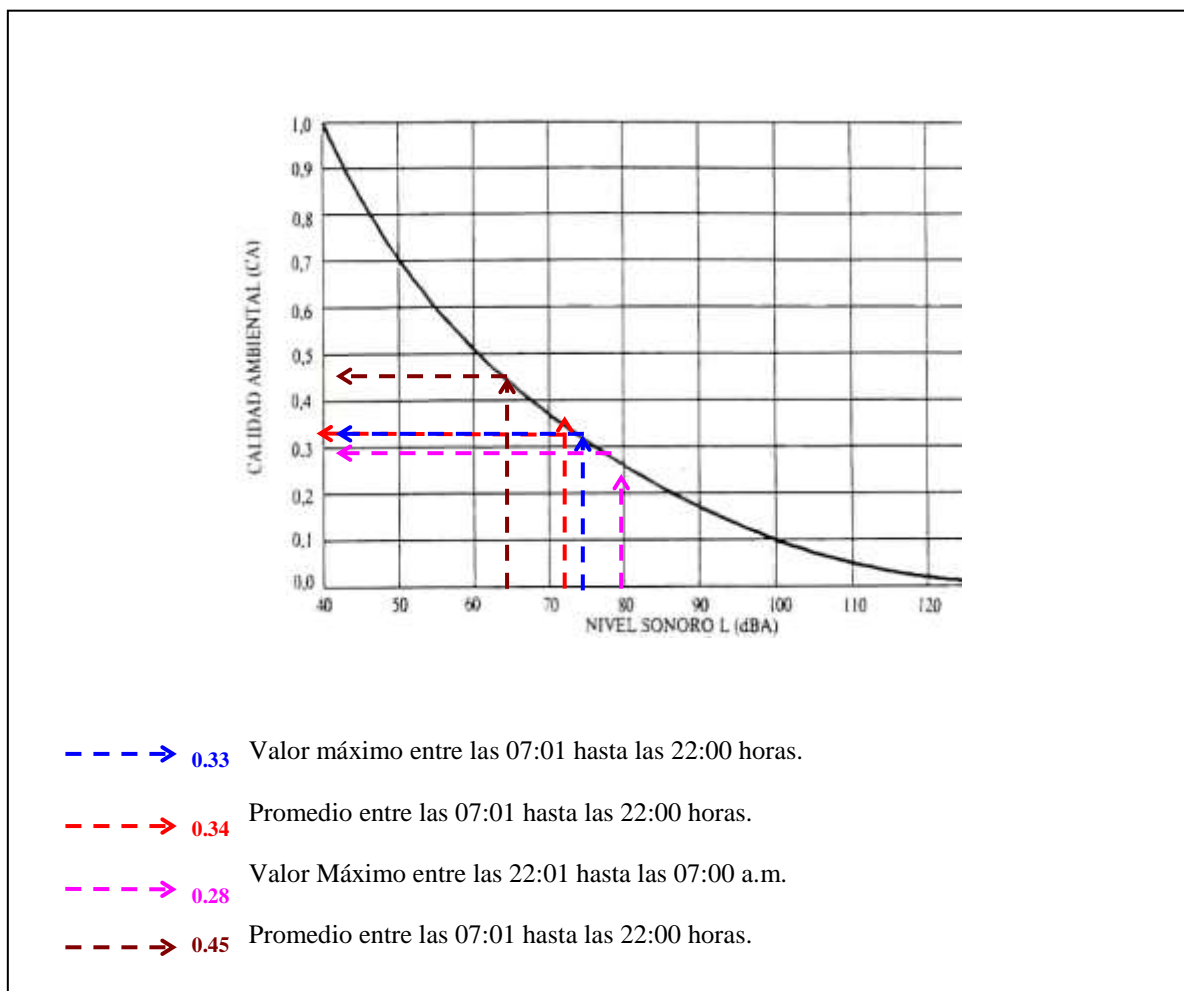


Figura 5.2.c. - Curva de transformación del Nivel de Presión Sonora en Panamericana

De la Figura 5.2.c se obtiene que los Niveles de ruido reportados para el horario entre 07:01 – 22:00 horas, establece una calidad ambiental en la zona equivalente a:

- Calidad ambiental = 0.33 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.34 para el caso de los valores promedio.

De la Figura 5.2.c se obtiene que los niveles de ruido reportados para el horario de 22:01– 07:00 horas, establecen una calidad ambiental en la zona equivalente a:

- Calidad ambiental = 0.28 para el caso de los valores máximos.
- Calidad ambiental = 0.45 para el caso de los valores promedio.

En la Tabla 5.4 se presenta la clasificación de la calidad ambiental de cada avenida de la ciudad de Piura en estudio. Esta clasificación corresponde a índice de calidad ambiental

calculado y a la clasificación propuesta en la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental^{5.5}, Se puede observar que las tres avenidas en estudio se ubican en un nivel de calidad ambiental “bajo”.

Tabla 5.4. Índice de calidad de las principales avenidas de la ciudad de Piura

Av. Sánchez Cerro				
Turnos de medición	07:00 - 10:00		10:01 - 07:00	
	máximo	promedio	máximo	promedio
Nivel de presión sonora	78.5	76.25	76	69
Tipología de calidad Ambiental				
Optima (0.8 - 1.0)				
Buena (0.6 - 0.8)				
Aceptable (0.4 - 0.6)				
Baja (0.2 - 0.4)	0.29	0.32	0.28	0.38
Inaceptable (0.0 - 0.2)				
Av. Grau				
Turnos de medición	07:00 - 10:00		10:01 - 07:00	
	Máximo	promedio	máximo	promedio
Nivel de presión sonora	78.4	75	73.5	66
Tipología de calidad Ambiental				
Optima (0.8 - 1.0)				
Buena (0.6 - 0.8)				
Aceptable (0.4 - 0.6)				0.41
Baja (0.2 - 0.4)	0.29	0.34	0.32	
Inaceptable (0.0 - 0.2)				
Av. Panamericana				
Turnos de medición	07:00 - 10:00		10:01 - 07:00	
	máximo	promedio	máximo	Promedio
Nivel de presión sonora	74.6	73	79.2	65
Tipología de calidad Ambiental				
Optima (0.8 - 1.0)				
Buena (0.6 - 0.8)				
Aceptable (0.4 - 0.6)				0.45
Baja (0.2 - 0.4)	0.33	0.34	0.28	
Inaceptable (0.0 - 0.2)				

^{5.5} Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental - 1995/V. Comesa Fdez – Vitoria/Madrid – Barcelona – México/2da edición revisada y ampliada/

CAPITULO VI.- PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS Y FÍSICOS

6.1 Estrategias aplicables a contaminantes químicos

Las estrategias de control y reducción de contaminantes químicos producidos por los diferentes tipos de vehículos (automóviles, buses, combis, motos, etc.) que transitan en la ciudad de Piura, han sido enfocadas de acuerdo al contenido de sustancias químicas en el combustible, estado de los vehículos automotores, la antigüedad de las unidades del transporte público, el efecto adverso a la salud humana y la creación de conciencia en el cumplimiento de las normas relacionadas con la preservación del ambiente. Además es importante señalar que este tipo de estrategias requiere de un determinado plazo de ejecución, debido a que podría ser contraproducente para la economía de la población.

6.1.1. Según tipo de combustible

En el Perú no existe gasolina económica sin contenido de plomo, pues la que contiene alto contenido de este metal (gasolina de 84 octanos), es más económica, lo cual favorece su consumo.

El combustible más contaminante es el petróleo diesel, sin embargo, es el más usado debido a la importación de vehículos petroleros. Los vehículos que utilizan motor diesel no deberían ser importados, sin embargo no existe reglamentación que lo prohíba, por lo que cada día aumenta el ingreso de este tipo de vehículos, desconociéndose el número de éstos, que sale de circulación.

Con el propósito de reducir la contaminación, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) estudia la factibilidad técnica y económica sobre mezclas de gasolina y etanol. Los motores modernos admiten, sin modificación, hasta 10% de etanol, como se comprueba en Brasil, Colombia y México. El problema se presenta con motores antiguos, que requerirían ciertas modificaciones. Además se estudia un mayor uso del gas, que es un combustible limpio pero que requiere de un adecuado sistema de distribución. En la actualidad esta opción ha llegado a ser una realidad con el proyecto del Gas de Camisea, lo cual va a brindar una adecuada seguridad en la preservación del ambiente, reduciendo las emisiones de contaminantes químicos por debajo del Límite Máximo Permisible establecido.

El Decreto Supremo N° 019-98-MTC, establece la eliminación del plomo de la gasolina de 84 octanos para fines del año 2004, por lo tanto se plantea la estrategia de reducir el contenido de plomo para dicho combustible de 0,34 g/l, valor actual, a 0,005g/l, que es el valor promedio de plomo de 90 y 95 octanos.

Dentro de los combustibles que se distribuye en Piura, el Diesel es el de mayor contenido de azufre con 0,43% en masa (**Ver Anexo E**). Actualmente, en el Perú no se encuentra normada su reducción, mientras que muchos países de América Latina regulan el contenido de azufre del diesel en niveles relativamente bajos; por

ejemplo, en Argentina el contenido de azufre del diesel se limita al 0,25% en peso, en Brasil a 0,3%, en Chile a 0,2%, en Colombia 0,1% y México 0,05%. Basándose en estas medidas, se planteó la estrategia de reducir el contenido de azufre en el Diesel hasta 0.2% masa.

Las estrategias que se llevarán a cabo según las características del combustible son:

- Reducción gradual del plomo (Pb) en la gasolina de 84 octanos de 0,34 a 0,005 gr. / l de combustible, debido a que es el valor mínimo de plomo que se encuentra en la gasolina de 95 octanos.
- Reducción del % de azufre (S) en el diesel de 0,43 a 0,2% masa, considerando el valor mínimo promedio de los distintos valores de contenido de azufre (S), obtenidos en el **Anexo E**.

6.1.2. Según revisión técnica de vehículos

- Para el control de las emisiones de vehículos automotores, actualmente no se cuenta con una estrategia general para las revisiones técnicas, Sin embargo, en nuestra localidad se esta aplicando de acuerdo a Ley 27181, D.S.009-2004-MTC, un permiso de operación de servicio de transportes, otorgando un certificado de operación vehicular (CERTIOPER) con una duración de 6 meses. Este certificado es obligatorio solo a los propietarios de vehículos para transporte público, con la intención de que este tipo de vehículos que ofrecen servicios a la comunidad estén en buen estado y puedan ofrecer un mejor servicio, mejorando la calidad de aire de la
- ión para vehículos con convertidor catalítico.
- Vehículos con año de fabricación mayor a 1994, cuentan con un sistema de control de emisiones evaporativas. En este caso, para las emisiones generadas cuando el vehículo está en marcha se emplea factor de emisión controlado.

6.1.3. Según la antigüedad vehicular

Los vehículos más antiguos de nuestra ciudad deberían ser destruidos, debido a que son fuentes importantes de contaminación y además se evitaría el desmantelamiento que alimenta el mercado de piezas usadas, ocasionando mayor uso de vehículos en mal estado.

Los ómnibus de más de 20 años de antigüedad deberían salir del mercado por su alta capacidad contaminante y problemas de seguridad; pero son tantas las ampliaciones de las normas que mejor hubiera sido no establecerlos. En otros países resulta inimaginable la circulación de tales unidades. Simplemente van a las fundiciones.

Por otro lado, existen proyectos específicos en el transporte público de pasajeros, que si bien es cierto apuntan principalmente a mejorar la calidad del servicio; también consideran acciones específicas que ataquen la sobreoferta del parque automotor del transporte público y a la vez permita incorporar vehículos con menores emisiones químicas. Uno de estos proyectos que se realiza en el Perú ha sido con la ayuda del FONAM (Fondo Nacional del Ambiente), mediante el Programa "Mejoramiento del Transporte Urbano en el área de Lima y Callao, que será financiado por una donación del Fondo Mundial del Ambiente, cuya finalidad es retirar de circulación y destrucción física, a los vehículos obsoletos del transporte público de pasajero mediante la aplicación de incentivos del mercado.

Según la antigüedad vehicular se plantea reducciones de contaminantes como las siguientes:

- Retiro de unidades vehiculares con más de 20 años de antigüedad. Se propone la eliminación de todas las unidades vehiculares, cuyo año de fabricación sea menor o igual a 1984. Del total de unidades retiradas se podría reponer un 60% como unidades nuevas, las que hayan incorporado un sistema de control de emisiones (catalizadores) y el 40% restante con uso distinto del incentivo.
- Demanda de buses: De acuerdo a la demanda, reducir el número de combis, ómnibuses en 10%.



Figura 6.1.- Fuentes móviles en Av. Sánchez Cerro-Av. Sullana



Figura 6.2.- Fuentes móviles en Av. Grau-Av. Sullana



Figura 6.3.- Fuentes móviles en Av. Sánchez Cerro-Av. Loreto

6.2 Reducción esperada de contaminantes químicos

6.2.1. Según el tipo de combustible

6.2.1.1.Reducción del plomo de la gasolina de 84 Octanos

Con la aplicación del DS 019-98-MTC se ha logrado reducir el contenido de Pb en un 75% como se muestra en la **Tabla 6.1.a y Tabla 6.1.b.**

Los vehículos automotores que utilizan gasolina con plomo son la fuente principal de este contaminante en el ambiente, contribuyendo con un 80 a 90%. Por lo tanto, una reducción del 75% de la emisión del plomo, disminuiría considerablemente la cantidad de plomo en el aire, proveniente de las fuentes móviles.

TABLA 6.1.a .- Estrategia aplicable a combustible - Reducción del % plomo en gasolina de 84 Octanos

CARACT. DEL COMBUSTIBLE	% S	gm/l Pb	% Aromat.	% Benceno	OBSERVACION
Gasolina con P.	0.150	0.005	0.190	0.014	Vehículos con fabricación antes de 1992
Gasolina sin P.	0.100	0.002	0.300	0.016	Vehículos con fabricación a partir de 1992
Diesel	0.430				Todos los vehículos

COMBUSTIBLE	PESO DEL VEHICULO (Ton)	AÑO DE FABRICACIÓN	TIPO DE VEHICULO	CILINDRADA (cc)	# DE UNIDADES	KILOMETROS RECORRIDOS ANUALES
Diesel	Menor a 3.5		combis y camionetas		5479	62000
Diesel	3.5 a 16		omnibuses		2517	57000
Diesel	mayor a 16		camiones		133	67000
Gasolina	Menor a 3.5	1973 - 1977	autos	Menor a 1400	965	55000
Gasolina				1400 a 2000	3997	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1918	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1978 - 1980	autos	Menor a 1400	324	55000
Gasolina				1400 a 2000	1108	55000
Gasolina				Mayor a 2000	684	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1981 - 1984	autos	Menor a 1400	1031	55000
Gasolina				1400 a 2000	2654	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1079	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1985 - 2002	autos	Menor a 1400	5394	55000
Gasolina				1400 a 2000	3415	55000
Gasolina				Mayor a 2000	784	55000
Gasolina	Mayor a 3.5		omnibuses y camiones		728	57000
Gasolina + aceite			motos formales	Menor a 50 2T	348	9000
Gasolina + aceite			motos	Mayor a 50 2T	1331	9000

Gasolina			informales	Mayor a 50	4T	1960	9000
Gasolina + aceite				Mayor a 50	2T	847	13800
Gasolina			mototaxi	Mayor a 50	4T	2465	13800

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.66	1.64	33.42	3.07	0.11
1400 a 2000	0.07	1.92	1.87	33.42	3.07	0.13
Mayor a 2000	0.07	2.20	2.25	33.42	3.03	0.15
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	3.72	13.22	87.04	1,773.77	162.94	0.03
1400 a 2000	15.39	42.21	411.09	7,346.89	674.89	0.14
Mayor a 2000	7.38	99.79	237.35	3,525.48	319.63	0.08
TOTAL	19.10	55.42	498.13	9,120.65	837.83	0.17

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.39	1.50	28.44	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.68	1.72	28.44	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.13	1.97	28.44	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	1.25	3.72	26.73	506.80	50.61	0.01
1400 a 2000	4.27	15.36	104.82	1,733.13	173.07	0.03
Mayor a 2000	2.63	12.02	74.11	1,069.91	106.84	0.03
TOTAL	8.15	31.09	205.66	3,309.85	330.52	0.07

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.39	1.58	23.40	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.68	1.92	23.40	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.13	2.57	23.40	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	3.97	11.82	89.59	1,326.90	161.04	0.03
1400 a 2000	10.22	36.78	280.26	3,415.70	414.55	0.08
Mayor a 2000	4.15	18.96	152.52	1,388.67	168.54	0.04
TOTAL	18.34	67.57	522.37	6,131.27	744.14	0.15

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.27	1.50	15.73	2.23	0.09
De 1400 a 2000	0.07	1.62	1.78	15.73	2.23	0.11
Mayores a 2000	0.07	1.85	2.51	15.73	2.23	0.13
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	20.77	56.52	445.01	4,666.62	661.57	0.13
De 1400 a 2000	13.15	45.64	334.33	2,954.49	418.85	0.10
Mayores a 2000	3.02	11.97	108.23	678.28	96.16	0.03
TOTAL	36.93	114.12	887.56	8,299.38	1,176.58	0.26

TABLA 6.1.b. REDUCCION TOTAL DEL % DE PLOMO (%Pb) EN GASOLINA DE 84 OCTANOS								
	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO	COV _{evap}	Plomo Reducido
VEHÍCULOS A DIESEL	197.06	434.10	1930.72	1200.51	423.97	0.00	0.00	0.00
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	19.10	55.42	498.13	9120.65	837.83	10.67	3403.20	0.17
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	8.15	31.09	205.66	3309.85	330.52	4.21		0.07
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	18.34	67.57	522.37	6131.27	744.14	9.14		0.15
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	36.93	114.12	887.56	8299.38	1176.58	16.42		0.26
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	16.60	186.73	186.73	2904.72	290.47	12.86	277.39	12.86
MOTOS LINEALES	1.81	20.76	6.41	647.66	251.40	0.00	1352.57	0.00
MOTOTAXIS	1.40	4.93	11.14	937.49	277.38	0.00		0.00
TOTAL	299.40	914.73	4248.73	32551.53	4332.29	53.30	5033.16	13.52

*Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 6.1.a Tabla 4.3.a

6.2.1.2.Reducción del contenido de azufre del combustible Diesel

Se estima que, como resultado de la estrategia se obtendrá una reducción de 47% de las emisiones totales de SO₂.provenientes de las fuentes móviles con motor a Diesel. Estos resultados se muestran en la **Tabla 6.2.a y Tabla 6.2.b.**

TABLA 6.2.a. - ESTRATEGIA APLICABLE A COMBUSTIBLE - REDUCCION DEL % DE AZUFRE (%S) EN COMBUSTIBLE DIESEL

CARACT. DEL COMBUSTIBLE	% S	gm/l Pb	% Aromat.	% Benceno	OBSERVACIÒN
Gasolina con P.	0.150	0.005	0.190	0.014	Vehículos con fabricación antes de 1992
Gasolina sin P.	0.100	0.002	0.300	0.016	Vehículos con fabricación a partir de 1992
Diesel	0.200				Todos los vehículos

COMBUSTIBLE	PESO DEL VEHICULO (Tn)	AÑO DE FABRICACIÓN	TIPO DE VEHICULO	CILINDRADA (cc)	UNIDADES EXISTENTES	KILOMETROS RECORRIDOS ANUALES
Diesel	Menor a 3.5		combis y camionetas		5479	62000
Diesel	3.5 a 16		omnibuses		2517	57000
Diesel	mayor a 16		camiones		133	67000
Gasolina	Menor a 3.5	1973 - 1977	autos	Menor a 1400	965	55000
Gasolina				1400 a 2000	3997	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1918	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1978 - 1980	autos	Menor a 1400	324	55000
Gasolina				1400 a 2000	1108	55000
Gasolina				Mayor a 2000	684	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1981 - 1984	autos	Menor a 1400	1031	55000
Gasolina				1400 a 2000	2654	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1079	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1985 - 2002	autos	Menor a 1400	5394	55000
Gasolina				1400 a 2000	3415	55000
Gasolina				Mayor a 2000	784	55000
Gasolina	Mayor a 3.5		omnibuses y camiones		728	57000
Gasolina + aceite			motos formales	Menor a 50 2T	348	9000
Gasolina + aceite			motos informales	Mayor a 50 2T	1331	9000
Gasolina				Mayor a 50 4T	1960	9000
Gasolina + aceite				Mayor a 50 2T	847	13800
Gasolina			mototaxis	Mayor a 50 4T	2465	13800

VEHICULOS A DIESEL						
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 3.5	0.200	1.160	0.700	1.000	0.150	0.00
3.5 a 1.6	0.900	4.290	11.800	6.000	2.600	0.00
mayor a 16	1.600	7.260	18.200	7.300	5.800	0.00
Emisión en TM/año						
Menor a 3.5	67.940	78.810	237.789 1,692.93	339.698	50.955	0.00
3.5 a 16	129.122	123.096	4	860.814	373.019	0.00
mayor a 16	14.258	12.939	162.180	65.050	51.684	0.00
TOTAL	197.062	201.906	1,930.72 3	1,200.512	423.974	0.00

TABLA 6.2.b. - REDUCCION TOTAL DEL % DE AZUFRE (%S) EN VEHÍCULOS A COMBUSTIBLE DIESEL								
	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO	COV _{evap}	SO2 Reducido
VEHÍCULOS A DIESEL	197.062	434.099	1,930.723	1,200.512	423.974	0.000	0.000	201.91
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	19.104	55.424	498.134	9,120.652	837.834	10.669	3,403.197	55.424
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	8.147	31.092	205.658	3,309.847	330.519	4.208		31.092
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	18.341	67.568	522.373	6,131.268	744.137	9.135		67.568
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	36.933	114.123	887.565	8,299.384	1,176.581	16.420		114.123
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	16.598	186.732	186.732	2,904.720	290.472	12.864	277.390	186.732
MOTOS LINEALES	1.813	20.763	6.407	647.658	251.397	0.000	1,352.570	20.763
MOTOTAXIS	1.403	4.930	11.140	937.489	277.380	0.000		4.930
TOTAL	299.401	914.730	4,248.732	32,551.531	4,332.294	53.296	5,033.157	480.632

Fuente: datos obtenidos de la Tabla 6.2.a y Tabla 4.3.a

6.2.2. Según el estado del parque automotor

6.2.2.1. Implementación de revisiones técnicas

La implementación de revisiones técnicas, con control de emisiones, permite identificar a los vehículos que causan las mayores emisiones, inclusive, incentiva a los propietarios a llevar un mantenimiento periódico del vehículo y a crear conciencia que de esta forma el consumo de combustible será optimizado, reduciendo los costos. Además se ha determinado que un sistema de revisión técnica eficiente, lograría reducir las emisiones de los vehículos entre un 30 y un 50% ^{6.3.1}.

En el caso de la estrategia planteada para la ciudad de Piura, se consideró que para CO y COV, por ser los principales contaminantes controlados, los factores de emisión se reducirían en un 15%, mientras que NO_x y PTS se verían mejorados indirectamente mediante una reducción del 10%.

Los porcentajes de reducción se plantearon considerando la calidad del parque automotor de la ciudad de Piura y la condición socioeconómica de la población, estableciéndose que, en un primer momento, no podrían aplicarse reducciones de 30 y 50% de las emisiones, por ser muy exigentes. Planteando una reducción inicial de 10 y 15%, se evitaría que gran parte de los vehículos automotores no pasen las revisiones técnicas, quedando teóricamente fuera de circulación. Sin embargo, considerando las revisiones técnicas como un proceso gradual se espera en el futuro alcanzar valores de reducción entre 30 y 50%.

Por existir una relación directa entre los factores de emisión y las emisiones, se obtienen reducciones del 10% para NO_x y PTS y de 15% para CO y COV en las emisiones totales anuales (**Ver Tabla 6.3**).

TABLA 6.3 - ESTRATEGIA APLICADA A VEHÍCULOS - IMPLEMENTACIÓN DE REVISIONES TÉCNICAS							
	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO	COV _{evap}
Emisiones sin estrategia(Ton/año)	299.4008	914.73	4248.732	32551.530	4332.29	53.295	5033.157
Emisiones con estrategia(Ton/año)	164.674	914.73	3,823.86	27,668.80	3,682.45	53.295	5033.157
% de Reducción	10%	0%	10%	15%	15%	0%	0%

^{6.3.1} FAIZ, A., C. WEAVER, M. WALSH. 1996. Air Pollution from Motor Vehicles – Standards and Technologies for Controlling Emissions. The World Bank. Washington D.C.

6.2.2.2. Uso de convertidores catalíticos

Los convertidores catalíticos transforman los contaminantes del escape del motor, monóxido de carbono (CO) y Hidrocarburos (HC), a CO₂ y H₂O, vía una oxidación. Adicionalmente el óxido nítrico (N₂O₃) es reducido a nitrógeno^{6.3a}. Por ello su implementación se consideró como estrategia para reducir las emisiones producidas por el parque automotor.

Se creó el parque automotor en el cual los vehículos gasolineros con año de fabricación mayor a 1994, se encuentran equipados con convertidores catalíticos controlados y mantenidos (3 WCC) con sus correspondientes factores de emisión para el tipo de zona urbana que es nuestra ciudad.

Como resultado de la estrategia tendríamos una reducción aproximadamente a 8% de NO_x, 5% para CO y 8% para COV como se muestra en la **Tabla 6.4.a** y **Tabla 6.4.b**. Esta disminución es importante, debido a que la estrategia considera a vehículos con menos de 11 años de antigüedad, los cuales se incrementarán a medida que pase el tiempo, alcanzándose mayores proporciones de reducción de emisiones, y por consiguiente, un parque automotor moderno.

Por ser tal vez un motivo socioeconómico, la ejecución de esta estrategia sólo nos presenta una visión de la gran efectividad del mismo, por lo que una acción inmediata sería normar a todos los vehículos que sean importados al Perú e incluir la exigencia de que estén equipados con convertidores catalíticos.

TABLA 6.4.a .- ESTRATEGIAS APLICADAS A VEHÍCULOS - IMPLEMENTACIÓN DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS

CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE	% S	gm/l Pb	% Aromat.	% Benceno	OBSERVACION
Gasolina con P.	0.15	0.31	0.19	0.01	Vehículos con fabricación antes de 1992
Gasolina sin P.	0.10	0.00	0.30	0.02	Vehículos con fabricación a partir de 1992
Diesel	0.430				Todos los vehículos

COMBUSTIBLE	PESO DEL VEHICULO (Ton)	AÑO DE FABRICACIÓN	TIPO DE VEHICULO	CILINDRADA (cc)	UNIDADES EXISTENTES	KILOMETROS RECORRIDOS ANUALES
Diesel	Menor a 3.5		combis y camionetas		5479	62000
Diesel	3.5 a 16		omnibuses		2517	57000
Diesel	mayor a 16		camiones		133	67000

^{6.3a} ONURSAL, B.; Gautam S. P. 1997. Contaminación Atmosférica Por Vehículos Automotores, Experiencias Recogidas En Siete Centros Urbanos De América Latina. Documento Técnico del Banco Mundial Número 373S. Washington D.C.

Gasolina	Menor a 3.5	1973 - 1977	autos	Menor a 1400	965	55000
Gasolina				1400 a 2000	3997	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1918	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1978 - 1980	autos	Menor a 1400	324	55000
Gasolina				1400 a 2000	1108	55000
Gasolina				Mayor a 2000	684	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1981 - 1984	autos	Menor a 1400	1031	55000
Gasolina				1400 a 2000	2654	55000
Gasolina				Mayor a 2000	1079	55000
	Menor a 3.5	1985 - 1991	autos	Menor a 1400	1100	55000
				1400 a 2000	1300	55000
				Mayor a 2000	260	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1991 - 1994	autos	Menor a 1400	1085	55000
Gasolina				1400 a 2000	979	55000
Gasolina				Mayor a 2000	251	55000
Gasolina	Menor a 3.5	1995 - 2002	autos	Menor a 1400	3209	55000
Gasolina				1400 a 2000	1136	55000
Gasolina				Mayor a 2000	273	55000
Gasolina	Mayor a 3.5		omnibuses y camiones		728	57000
Gasolina + aceite			motos formales motos informales	Menor a 50 2T	348	9000
Gasolina + aceite				Mayor a 50 2T	1331	9000
Gasolina				Mayor a 50 4T	1960	9000
Gasolina + aceite			mototaxi	Mayor a 50 2T	847	13800
Gasolina				Mayor a 50 4T	2465	13800

VEHICULOS A DIESEL						
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 3.5	0.20	1.16	0.70	1.00	0.15	
3.5 a 1.6	0.90	4.29	11.80	6.00	2.60	
mayor a 16	1.60	7.26	18.20	7.30	5.80	
Emisión en Ton/año						
Menor a 3.5	67.94	169.44	237.79	339.70	50.95	
3.5 a 16	129.12	264.66	1,692.93	860.81	373.02	
mayor a 16	14.26	27.82	162.18	65.05	51.68	
TOTAL	197.06	434.10	1,930.72	1,200.51	423.97	

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.66	1.64	33.42	3.07	0.11
1400 a 2000	0.07	1.92	1.87	33.42	3.07	0.13
Mayor a 2000	0.07	2.20	2.25	33.42	3.03	0.15
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	3.72	13.22	87.04	1,773.77	162.94	1.81
1400 a 2000	15.39	42.21	411.09	7,346.89	674.89	8.86
Mayor a 2000	7.38	99.79	237.35	3,525.48	319.63	4.91
TOTAL	19.10	55.42	498.13	9,120.65	837.83	10.67

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.39	1.50	28.44	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.68	1.72	28.44	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.13	1.97	28.44	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	1.25	3.72	26.73	506.80	50.61	0.50
1400 a 2000	4.27	15.36	104.82	1,733.13	173.07	2.08
Mayor a 2000	2.63	12.02	74.11	1,069.91	106.84	1.63
TOTAL	8.15	31.09	205.66	3,309.85	330.52	4.21

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.61	1.58	23.40	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.94	1.92	23.40	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.23	2.57	23.40	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	3.97	13.69	89.59	1,326.90	161.04	1.58
1400 a 2000	10.22	42.48	280.26	3,415.70	414.55	4.98
Mayor a 2000	4.15	19.85	152.52	1,388.67	168.54	2.58
TOTAL	18.34	76.02	522.37	6,131.27	744.14	9.14

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 1991				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.61	1.58	23.40	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.94	1.92	23.40	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.23	2.57	23.40	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	4.24	97.41	95.59	1,415.70	171.82	5.45

1400 a 2000	5.01	138.71	137.28	1,673.10	203.06	7.87
Mayor a 2000	1.00	31.89	36.75	334.62	40.61	2.00
TOTAL	10.24	268.00	269.62	3,423.42	415.49	15.31

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1991 AL 1994				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.61	1.58	23.40	2.84	0.09
1400 a 2000	0.07	1.94	1.92	23.40	2.84	0.11
Mayor a 2000	0.07	2.23	2.57	23.40	2.84	0.14
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	4.18	96.08	94.29	1,396.40	169.48	5.37
1400 a 2000	3.77	104.46	103.38	1,259.97	152.92	5.92
Mayor a 2000	0.97	30.79	35.48	323.04	39.21	1.93
TOTAL	8.91	231.32	233.15	2,979.41	361.60	13.23

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA DEL 1995 AL 2002				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 1400	0.07	1.61	0.20	1.71	0.24	0.09
De 1400 a 2000	0.07	1.94	0.25	1.49	0.19	0.11
Mayores a 2000	0.07	2.23	0.25	1.49	0.19	0.13
Emisiones Ton/año						
Menor a 1400	12.35	42.62	35.30	301.81	42.36	4.92
De 1400 a 2000	4.37	18.18	15.62	93.10	11.87	2.13
Mayores a 2000	1.05	5.02	3.75	22.37	2.85	0.61
TOTAL	17.78	65.83	54.67	417.27	57.08	7.66

GASOLINA		VEHICULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
	0.40	4.50	4.50	70.00	7.00	0.31
EMISIONES Ton/año						
TOTAL	16.60	186.73	186.73	2,904.72	290.47	12.86

GASOLINA		MOTOS LINEALES				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Menor a 50 2T	0.12	0.36	0.05	10.00	6.00	
Mayor a 50 2T	0.12	0.60	0.08	22.00	15.00	
Mayor a 50 4T		0.76	0.30	20.00	3.00	
Emisiones Ton/año						
Menor a 50 2T	0.38	0.17	0.16	31.32	18.79	

Mayor a 50 2T	1.44	7.19	0.96	263.54	179.69	
Mayor a 50 4T	0.00	13.41	5.29	352.80	52.92	
TOTAL	1.81	20.76	6.41	647.66	251.40	

GASOLINA		MOTOTAXIS				
CC	TSP	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO
Factor de Emisión						
Mayor a 50 2T	0.12	0.60	0.08	22.00	15.00	
Mayor a 50 4T		0.76	0.30	20.00	3.00	
Emisiones Ton/año						
Mayor a 50 2T	1.40	1.05	0.94	257.15	175.33	
Mayor a 50 4T	0.00	3.88	10.21	680.34	102.05	
TOTAL	1.40	4.93	11.14	937.49	277.38	

TABLA 6.4.b.- ESTRATEGIA APLICADA A VEHÍCULOS - CONVERTIDORES CATALÍTICOS CON AÑO DE FABRICACIÓN MAYOR A 1994							
Totales de Emisiones	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO	COV _{evap}
Total de Emisiones (Ton/año)	299.400	914.730	4248.732	32551.530	4332.294	53.295	5033.157
Total con Estrategia Revisiones Técnicas (Ton/año)	299.400	914.73	3,918.61	31,072.25	3,989.89	53.295789	5033.157
% de Reducción	0.00%	0.00%	7.77%	4.54%	7.90%	0.00%	0.00%

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 6.4.a y Tabla 4.3.a

6.2.2.3. Uso de controles de emisiones evaporativas

Los contaminantes del hidrocarburo también escapan al aire a través de la evaporación del combustible. Con lo eficaz del control de las descargas o emisión y las formulaciones relacionadas a la gasolina hoy en día, las pérdidas evaporativas pueden considerarse como la mayoría de la polución del hidrocarburo total de los modelos de los automóviles actuales en los días calientes cuando los niveles de ozono es más alto^{6.3b}.

^{6.3b} http://www.ccar-greenlink.org/spanish_documents/spanish_htm/1704sp.htm

Las emisiones evaporativas tienen que ver con las características del combustible, con el sistema de almacenamiento y manejo de éste en el vehículo y con las condiciones ambientales del lugar de operación.

Las pérdidas del carburador se producen cuando se detiene el motor caliente. Las emisiones diurnas y por pérdida del carburador son controladas con cartuchos de carbón activado instalados en el vehículo.

De acuerdo a esta información, se plantea que todos los vehículos con motor a gasolina de la categoría automóvil, cuyo año de fabricación sea mayor a 1994, debe contar con un control de las emisiones evaporativas diurnas.

Como resultado de controlar las emisiones evaporativas diurnas, se obtendría una reducción del 2% de las emisiones totales (**Ver Tabla 6.5.a, Tabla 6.5.b, Tabla 6.5.c y Tabla 6.5.d**).

Es importante que si no es posible establecer la estrategia para los vehículos con menos de 11 años de antigüedad, es recomendable normar la implementación de estos sistemas de control, para todos los vehículos importados que ingresen al Perú, de manera que el nuevo parque automotor tenga sistemas de control de las emisiones.

TABLA 6.5.a.- ESTRATEGIA APLICADA A VEHÍCULOS - REDUCCIÓN DE EMISIONES EVAPORATIVAS DE COV PARA VEHÍCULOS A GASOLINA DEL PARQUE AUTOMOTOR DE PIURA			
PTS	División	Número de Vehículos	Emisión de COV (en t/año)
DIFUSION DE CALOR	Carburador	19,980	2,479.118
	Inyección	3,341	30.871
PERDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	Totales	23,321	846.552
PERDIDAS DIURNAS	No controlado	0	0.000
	Controlado	0	0.000
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES			3,356.542

Datos:

Número de vehículos totales hasta 1998 -----	22200
90% de vehículos con carburador-----	19980
10% de vehículos a inyección hasta 1998 + # de vehículos a inyección hasta 2002 (1)	3341
Distancia recorrida anual (Km./año)-----	55000
Distancia recorrida por encendido (Dviaje)(Km.)-----	5
Factor de emisión por difusión de calor en vehículos con carburador -----	9.4/Dviaje
Factor de emisión por difusión de calor en vehículos a inyección -----	0.7/Dviaje
Factor de emisión por pérdidas en funcionamiento -----	0.55
Factor de emisión por pérdidas diurnas: no controlados (Kg.*veh*año) -----	2.635
controlados (Kg.*veh*año) -----	0.0694
Factor de corrección (Grecia, Italia)(difusión de calor) -----	1.2
Factor de corrección (Grecia, Italia)(funcionamiento) -----	1.2
Factor de corrección (Grecia, Italia)(pérdidas diurnas) -----	2.1

TABLA 6.5. b.- ESTRATEGIA APLICADAS A VEHICULOS - REDUCCION DE EMISIONES EVAPORATIVAS DE COV PARA VEHÍCULOS PESADOS DEL PARQUE AUTOMOTOR DE PIURA		
PTS	Número de Vehículos	Emisión de COV (en t/año)
DIFUSIÓN DE CALOR	728	179.26272
PÉRDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	728	74.6928
PÉRDIDAS DIURNAS	728	0.00
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES		253.96

Datos:

Número de vehículos totales -----	728
Distancia recorrida anual (Km./año) -----	57000
Distancia recorrida por encendido (Dviaje)(Km.) -----	5
Factor de emisión por difusión de calor en vehículos(g/Dviaje)-----	18
factor de emisión por pérdidas en funcionamiento (g/Km)-----	1.5
Factor de emisión por pérdidas diurnas: (Kg.*veh*año)-----	42
Factor de corrección (Grecia, Italia)(difusión de calor)-----	1.2
Factor de corrección (Grecia, Italia)(funcionamiento)-----	1.2
Factor de corrección (Grecia, Italia)(pérdidas diurnas)-----	2.1

TABLA 6.5..c.- ESTRATEGIA APPLICABLES A VEHÍCULOS - REDUCCION DE EMISIONES EVAPORATIVAS DE COV PARA VEHÍCULOS MENORES DEL PARQUE AUTOMOTOR DE PIURA		
PTS	Número de Vehículos	Emisión de COV (en t/año)
DIFUSIÓN DE CALOR	6,951	618.08
PÉRDIDAS EN FUNCIONAMIENTO	6,951	713.17
PÉRDIDAS DIURNAS	6951	0.00
TOTAL DE EMISIONES EVAPORABLES		1,331.26

Datos:

Número de vehículos totales-----	6951
Distancia recorrida anual (Km./año)-----	57000
Distancia recorrida por encendido (Dviaje)(Km.)-----	5
Factor de emisión por difusión de calor en vehículos(g/Dviaje)-----	6.5
Factor de emisión por pérdidas en funcionamiento (g/Km.)-----	0.6
Factor de emisión por pérdidas diurnas: (g/veh.día)-----	4
Factor de corrección (Grecia, Italia)(difusión de calor)-----	1.2

Factor de corrección (Grecia, Italia)(funcionamiento)-----	1.2
Factor de corrección (Grecia, Italia)(pérdidas diurnas)-----	2.1

TABLA 6.5.d .- ESTRATEGIA APLICADA A VEHÍCULOS - REDUCCIÓN TOTAL SEGÚN USO DE CONTROLES DE EMISIONES EVAPORATIVAS (COV)							
Totales de Emisiones	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	PLOMO	COV _{evap}
Total de Emisiones	299.4008	914.73047	4248.7322	32551.531	4332.2943	53.295789	5033.157
Total con Estrategia en Emisiones Evaporativas	299.4008	914.73	4,248.73	32,551.53	4,332.29	53.295789	4,941.75
% de Reducción	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.82%

Fuente: datos totales obtenidos de la Tabla 6.5.a, 6.5.b, 6.5.c y Tabla 4.3.a

6.2.2.4.Retiro de unidades vehiculares por antigüedad

El retiro de unidades tiene por objeto eliminar las unidades más contaminantes que son responsables de una desproporcionada cantidad de emisiones en una determinada zona. Esta estrategia tiene como respaldo, otorgar beneficios financieros para el reemplazo o retiro de los vehículos.

El planteamiento de dicha estrategia, está dirigido, en especial, al transporte público por la facilidad para negociar con las empresas idóneas. Desde el punto de vista del sector privado, este se verá afectado de manera indirecta ya que deberá cumplir con exigencias mínimas para que el vehículo pueda circular. A largo plazo, el sector privado por cumplir con dichos requerimientos, tendrá que incurrir en gastos demasiado altos, por lo que dar por retirado el vehículo y comprar uno en mejor estado resultará más óptimo.

Como resultado de la estrategia planteada se obtendría una disminución de las emisiones de CO en 22%; COV en 12.3%; Pb en 8.6%; y NO_x en 6.43 %, según las predicciones realizadas y cuyos resultados se presentan en la **Tabla 6.6**

Esta medida conllevaría a un gasto por parte del Estado; sin embargo, se considera que más que un gasto es una inversión para mejorar la calidad del aire, y así se garantice un ambiente que no ponga en riesgo la salud de la población, que se vería afectada si los niveles de contaminación son elevados. Además esta estrategia de control traería como resultado un incremento en el turismo, lo cual es beneficioso para la economía y el desarrollo de la ciudad

TABLA 6.6 .- ESTRATEGIA APLICABLE A VEHÍCULOS - RETIRO DE VEHÍCULOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO CON MAS DE 20 AÑOS DE ANTIGUEDAD							
	PTS	SO2	NOx	CO	COV	PLOMO	COVevap
VEHÍCULOS A DIESEL	172.89	373.82	1846.14	1079.67	405.85	0.00	0.00
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	5.33	15.83	137.46	2543.93	233.69	2.94	3403.20
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	3.26	12.46	82.42	1326.44	132.46	1.69	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	7.34	27.04	209.01	2453.02	297.72	3.66	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	59.97	192.45	1496.44	13475.58	1910.40	27.57	
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	16.60	186.73	186.73	2904.72	290.47	12.86	277.39
MOTOS LINEALES	1.81	20.76	6.41	647.66	251.40	0.00	1352.57
MOTOTAXIS	1.40	4.93	11.14	937.49	277.38	0.00	
TOTAL DE EMISIONES TOTALES CON ESTRATEGIA	268.61	834.01	3975.75	25368.51	3799.36	48.71	5033.16
TOTAL DE EMISIONES TOTALES SIN ESTRATEGIA	299.40	914.73	4248.73	32551.53	4332.29	53.30	5348.45
% DE REDUCCIÓN	10.29	8.82	6.43	22.07	12.30	8.60	5.90

6.2.2.5.Reducción del transporte público en 10%

Los ómnibus, combis, y camionetas que son a Diesel aportan un 65% a PTS, 47% a SO₂ y 45% para NO_x. Tomando en cuenta que la demanda de transporte público podría ser cubierta con la mitad de los vehículos actualmente en circulación (Booz-Allen & Hamilton 1999) se aplicó una reducción del 10% al número de vehículos de transporte público (combis y buses), evitándose una reducción mayor de vehículos por ser una fuente importante de trabajo.

Con esto se lograría una reducción de entre 2 y 6 % de las emisiones de todos los contaminantes (Ver **Tabla 6.7**), básicamente por haber un menor número de vehículos en circulación. Es interesante proyectar que si se llevara esta disminución al 40 o 50%, se podría estar hablando de reducciones en los niveles de contaminantes hasta de un 20-40%.

TABLA 6.7.- ESTRATEGIA APLICABLE A VEHÍCULOS - RETIRO DEL 10 % DEL TRANSPORTE PÚBLICO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE PIURA							
	PTS	SO2	NOx	CO	COV	PLOMO	COVevap
VEHÍCULOS A DIESEL	177.34	390.65	1737.44	1080.35	381.53	0.00	0.00
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1972 AL 1977	19.10	55.42	498.13	9120.65	837.83	10.67	3403.20
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1978 AL 1980	8.15	31.09	205.66	3309.85	330.52	4.21	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1981 AL 1984	18.34	67.57	522.37	6131.27	744.14	9.14	
VEHÍCULOS A GASOLINA DEL 1985 AL 2002	36.93	114.12	887.56	8299.38	1176.58	16.42	
VEHÍCULOS A GASOLINA MAYORES A 3500 KG	16.60	186.73	186.73	2904.72	290.47	12.86	277.39
MOTOS LINEALES	1.81	20.76	6.41	647.66	251.40	0.00	1352.57
MOTOTAXIS	1.40	4.93	11.14	937.49	277.38	0.00	
TOTAL DE EMISIONES TOTALES CON ESTRATEGIA	279.68	871.29	4055.45	32431.37	4289.85	53.30	5033.16
TOTAL DE EMISIONES TOTALES SIN ESTRATEGIA	299.40	914.73	4248.73	32551.53	4332.29	53.30	5033.16
% REDUCCION	6.59	4.75	4.55	0.37	0.98	0.00	0.00

6.2.2.6. Combinación de estrategias

Según las evaluaciones y estrategias de control para la reducción de contaminantes químicos, es importante tener en cuenta que dichas reducciones necesitarán de un tiempo adecuado para que éstas logren su objetivo. Además es imprescindible conocer que la acción de estas estrategias al parque automotor puede causar problemas sociales y económicos a la comunidad, debido a que es una importante fuente de ingresos, por lo que su implementación deberá contemplar intensas campañas de concientización en la población.

Con el fin de llegar a esta situación se consideró la combinación de estrategias individuales a corto plazo con un período de duración de 1 a 5 años y largo plazo, con un período de duración de 5 a 10 años. Su aplicación

se basó en los aspectos socioeconómicos además de que cada periodo tuviera un balance en las medidas relativas a los combustibles y vehículos.

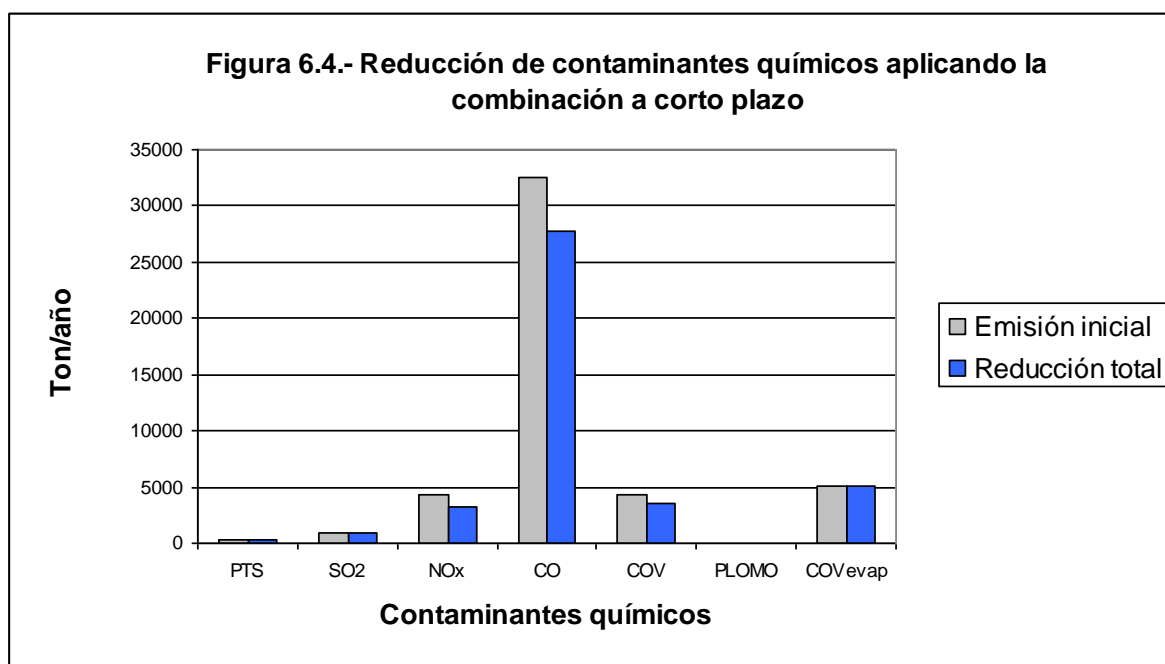
A. Medidas a corto plazo

Para un primer periodo de 1 a 5 años se planteó:

- Eliminación del plomo de la gasolina de 84 octanos: Se considera su aplicación a corto plazo teniendo en cuenta la existencia del D.S. No. 019-98-MTC que establece la eliminación del plomo para fines del año 2004.
- Sistema de revisiones técnicas: Dicha estrategia permitirá conocer la condición actual del parque automotor de la ciudad de Piura, y tener un control directo del cumplimiento de las exigencias establecidas.
- Convertidores catalíticos y control de emisiones evaporativas: Es una medida que implica la existencia de normativas que obliguen a los vehículos nuevos y usados utilizar convertidores catalíticos y con un sistema de control de las emisiones evaporativas. Esta estrategia se podría ejecutar gradualmente a los vehículos del parque automotor, adecuándose a la norma.
- Reducción en 10% de los vehículos de servicio público: Mediante negociaciones con las empresas que brindan el servicio, se podría reducir los vehículos de servicio público e indirectamente con las revisiones técnicas, en las que parte de estos vehículos no cumplirían con los requisitos y saldrían de circulación.

Con estas medidas se lograrían importantes reducciones en las emisiones de plomo (75%), CO (15%) NO_x (22.32%) y PTS (16.6%) y la reducción de SO₂ se limita a (4.75%) como se muestra en la **Tabla 6.8** y **Figura 6.4**.

Tabla 6.8.- Combinación de estrategias a corto plazo							
Estrategia	PTS	SO2	NOx	CO	COV	PLOMO	COVevap
Total de Emisiones inicial	299.40	914.73	4248.73	32551.53	4332.29	53.29	5033.157
Revisiones técnicas (%)	10	0	10	10	10	0	0
Convertidores catalíticos (%)	0	0	7.77	4.54	7.9	0	0
Plomo(%)						75	
Reducción del 10% de transporte público (%)	6.59	4.75	4.55	0.37	0.98	0	0
% total	16.59	4.75	22.32	14.91	18.88	75	0
Total reducido	249.730	871.2807	3300.41	27698.09	3514.35	13.32394	5033.15



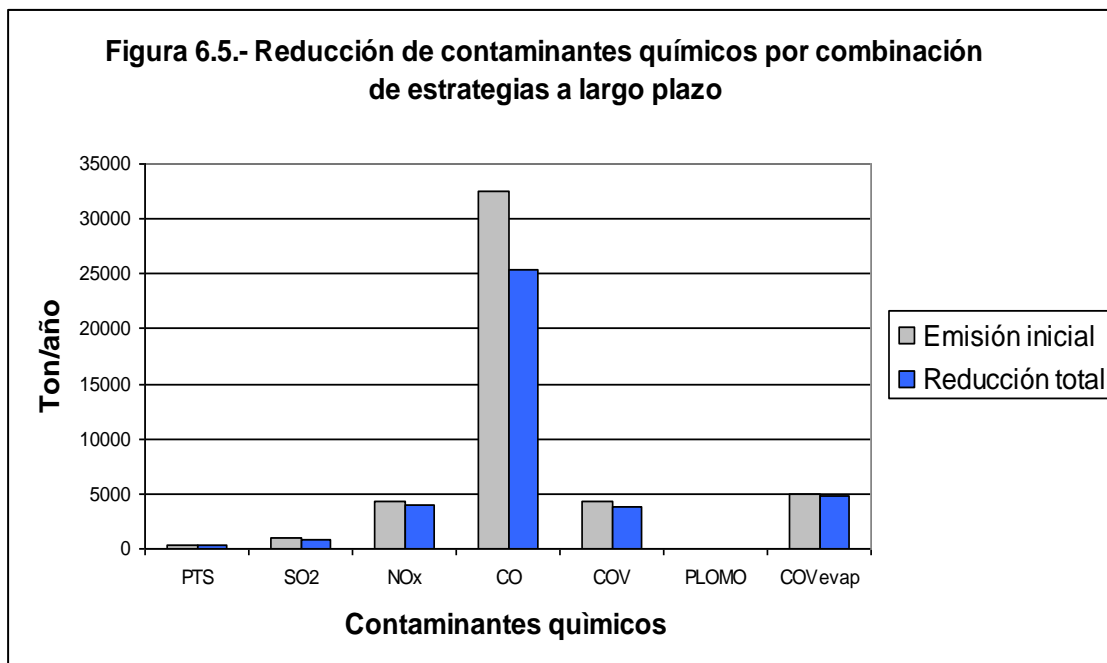
B. Medidas a largo plazo

Sobre las medidas planteadas para un mediano plazo, se determinó el establecimiento en un mediano plazo de las siguientes estrategias:

- Reducción del contenido de azufre en el diesel: Se consideraría a largo plazo, por tratarse de una medida que implica ciertas negociaciones con los productores del combustible y las entidades encargadas de regular la composición del mismo. Es importante considerar que se requiere de una inversión inicial por parte de los productores para implementar un sistema que permita reducir los niveles de azufre del diesel lo cual puede ser una limitación para aplicar la estrategia a corto plazo.
- Retiro de unidades con más de 20 años de antigüedad: Conociendo las condiciones del parque automotor de la ciudad de Piura, no podemos establecer esta medida a corto plazo, debido a que un 16% los vehículos automotores quedarían fuera de uso, siendo un gran porcentaje de los mismos, vehículos de transporte público. Sin embargo consideramos que se puede establecer a mediano plazo.

Con la aplicación de las medidas a mediano plazo se obtiene que la reducción de las emisiones alcancen un 98% para los niveles de plomo, 47% para COV, 65% para CO, 32% para NO_x, 58% para SO₂ y 27% para PTS. Además las emisiones evaporativas se reducen en un 28%.

Tabla 6.9.- Combinación de estrategias a corto plazo							
Estrategia	PTS	SO2	NOx	CO	COV	PLOMO	COVevap
Total de Emisiones inicial	299.400	914.7304	4248.732	32551.53	4332.29	53.295	5033.157
Contenido de SO ₂ (%)	0	47	0	0	0	0	0
Vehículos antiguos con más de 20 años (%)	10.29	8.82	6.43	22.07	12.3	8.6	5.9
% total	10.29	8.82	6.43	22.07	12.3	8.6	5.9
Total reducido	268.592	834.0512	3975.538	25367.407	3799.422	48.7123	4736.200



6.3 Estrategias aplicables a contaminantes físicos (ruido)

Como causas del deterioro del ambiente sonoro es común mencionar el rápido crecimiento de las ciudades, el elevado incremento del parque automotor, la participación cada vez más significativa de los vehículos pesados en el transporte de carga, entre otros. Si bien es cierto que pueden considerarse como causas técnicas, no es menos cierto que la falta de legislación y en muchos casos, del cumplimiento y vigilancia de las normas que controlan el nivel de emisión de los vehículos, así como en definitiva, la falta de una política ambiental bien definida sobre el tema, deben tomarse muy en cuenta como las causas más profundas de esa problemática.

Como se señaló, la necesidad de tener un enfoque integral de este fenómeno debe alentar al sector comunicaciones a tomar una serie de medidas en diferentes rubros, tendientes a mejorar sustancialmente el ambiente acústico del país.

Para mitigar dicha problemática se proponen diferentes medidas, agrupadas en tres aspectos básicos: legislación en la materia, planeación y construcción de las vías de comunicación y medidas de mitigación en vías ya construidas.

6.3.1. Legislación en la materia

- Estricto control del uso de suelo a nivel municipal, regional y nacional, con una mejor planeación que permita crear áreas de amortiguamiento entre carretera y zonas habitacionales, escuelas, hospitales, etc.
- Instalación de aislamiento en los edificios circunvecinos a las avenidas, como la colocación de dobles ventanas y materiales en muros, cortinas vegetales, etc.

6.3.2. Planeamiento de control en construcción de avenidas de comunicación

- Proyecto adecuado de la vía: proyecto geométrico más amigable, con pavimentos poco ruidosos como los porosos, y evitar los adoquinados. Estos dos tipos de pavimento originan diferencias entre ambos en el nivel de ruido, del orden de 3 a 5 dB.
- Adecuado desarrollo urbano, que considere las vías existentes con altos niveles de ruido, para una conveniente orientación de los edificios y un porcentaje apropiado de superficie con ventanas, para mitigar los efectos nocivos.
- Limitar la velocidad en tramos críticos.
- Garantizar la fluidez de circulación mediante la sincronización de semáforos, y restringir zonas en la noche.
- Concentrar el tránsito en pocas vías si la capacidad de éstas lo permite.

6.3.3. Medidas de control para avenidas construidas

- Barreras naturales, aprovechando la presencia de obstáculos naturales y la orografía existente.
- Construcción de terraplenes con plantas. Éstos podrían contribuir a la reducción de 5-10 dB.
- Materiales amortiguadores de ruido en los edificios habitacionales que se van a construir cercanos a las vías de comunicación con importantes flujos vehiculares. Podría lograrse una reducción del nivel de ruido de 15-45 dB.
- Empleo de pantallas acústicas anti-ruido que impidan o dificulten la transmisión de las ondas sonoras, con una reducción de 5 a 16 dB.
- Plantas ad-hoc que absorban el sonido, con lo que se puede reducir hasta 10 dB(A).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos basándose en el estudio realizado para la evaluación y control mediante el uso de los límites máximos permisibles del nivel de emisiones de contaminantes químicos se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Se determinó que para el año 2004, las emisiones de escape por tráfico rodado en la ciudad de Piura fueron: 299.401 Ton/año de PTS, 914.73 Ton/año de SO₂, 4248.732 Ton/año de NO_x, 32551.531 Ton/año de CO, 4332.294 Ton/año de COV y 53.296 Ton/año de plomo. Por otro lado, las emisiones evaporativas fueron de 5033.157 Ton/año de COV.
- ✓ La información básica relacionada a las fuentes móviles que circulan en la ciudad de Piura, como el inventario de vehículos del parque automotor, estado del vehículo, número de vehículos informales, es escasa, dispersa y de disponibilidad limitada. Esta información es importante para estimar las emisiones de los contaminantes,
- ✓ De las categorías evaluadas, los vehículos a gasolina antiguos son una de las principales fuentes de emisión de contaminantes, contribuyendo con 6.3% PTS, 11.7% NO_x, 28% CO, 19.4% COV, 20% plomo y 35% evaporativas. Por otro lado, el transporte público (ómnibuses) aporta 65.9% PTS, 47.5% SO₂, 45.4% NO_x y 9.8% COV. Por último, los vehículos a gasolina mayores a 3.5 Ton aportan 5.5% PTS, 20.41% SO₂, 8.923% CO, 24.1% Pb. Los vehículos particulares aportan la mayoría de emisiones evaporativas, la cual esta alrededor del 68%.

En relación con el nivel de ruido estimado en las principales avenidas de la ciudad de Piura se puede concluir lo siguiente:

- ✓ En la Av. Sánchez Cerro, entre la calle Libertad y Av. Vice, el nivel de ruido máximo y promedio entre las horas 7:01 10:00 p.m. es de 78.5 dB y 76.25 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.29 y 0.32 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja para ambos. Entre las horas 10:01 y 7:00 a.m. el nivel de ruido máximo y promedio es de 76 dB y 69 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.28 y 0.38 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja.
- ✓ En la Av. Grau, comprendido entre la avenida Sullana y Av. Cesar Vallejo, el nivel de ruido máximo y promedio entre las horas 7:01 10:00 p.m. es de 78.4 dB y 75 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.29 y 0.34 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja para ambos. Entre las horas 10:01 y 7:00 a.m. el nivel de ruido máximo y promedio es de 73.5 dB y 66 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.32 y 0.41 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja y aceptable respectivamente.

- ✓ En la carretera Panamericana, comprendida entre la Av. San Ramón y Av. Vice, nivel de ruido máximo y promedio entre las horas 7:01 - 10:00 p.m. es de 74.6 dB y 73 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.33 y 0.34 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja para ambos. Entre las horas 10:01 y 7:00 a.m. el nivel de ruido máximo y promedio es de 79.2 dB y 65 dB respectivamente. Logrando una calidad ambiental máxima y promedio de 0.28 y 0.45 considerándose dentro de la tipología de la calidad ambiental como baja y aceptable respectivamente.
- ✓ El tema de tesis es de gran interés debido a su finalidad de evaluar objetivamente la contaminación causada por el tráfico rodado en la ciudad de Piura, sin duda la mayor fuente de contaminación de la ciudad y, en tal sentido, se trataría de una referencia importante en un estudio de control de contaminación.

De las estrategias de control y prevención se concluyó que:

- ✓ Las estrategias que van ligadas hacia el combustible, los vehículos y la antigüedad del parque automotor, deben ser planteadas de tal manera que se minimice gradualmente el contenido de contaminantes químicos y físicos (ruidos), realizándose de manera factible y viable, sin afectar de manera trascendente a los vehículos particulares o transporte público.
- ✓ Las estrategias que mejoran los componentes del combustible, como la reducción del plomo en la gasolina de 84 octanos darían como resultado reducciones del 75 % en masa del plomo. La reducción de SO₂ en el combustible Diesel daría como resultado reducciones finales de alrededor del 47% de SO₂.
- ✓ Las estrategias referentes a los vehículos, como la implementación de revisiones técnicas, llevarían a una reducción de 10% para NO_x y PTS, y un 15% para CO y COV. El uso de convertidores catalíticos para vehículos con año de fabricación mayor a 1994, reduciría en 8% la cantidad de NO_x, 5% de CO y en 8% de COV. Además para ese mismo año de fabricación se planteó la utilización de controles para emisiones evaporativas, lo cual contribuiría a reducir en 2% las emisiones evaporativas totales.
- ✓ De la estrategia referente a vehículos antiguos que circulan en la red vial, se concluyó que habría una reducción en 22% de CO, 12.3% de COV; 8.6% de Pb y 6.43% de NO_x por el retiro de vehículos con mas de 20 años de antigüedad. El retiro de 10% de ómnibuses y combis del parque automotor reduciría entre 2 y 6% de todos los contaminantes.
- ✓ Con la combinación de las estrategias se concluye que existiría mayor porcentaje de reducción de contaminantes con valores a corto plazo de: 16.59% PTS, 4.75% SO₂, 22.32% NO_x, 14.91% CO, 18.8% COV, 75% Pb; y a largo plazo: 1.29% PTS, 8.82% SO₂, 6.43% NO_x, 22.07% CO, 12.3% COV, 8.6% Pb y 5.9% COV_{evap}
- ✓ Proponer un mecanismo normativo para el ruido que genera el tráfico rodado, implica reconocer que se trata de un fenómeno colectivo en el cual la responsabilidad se distribuye entre todos los actores. Para disminuir los niveles de ruido global se requiere

un enfoque integral que contemple tanto los aspectos legislativos como la planeación y construcción de las vías de comunicación.

- ✓ Con base a valores recomendados por la Ordenanza Municipal N°.04-96C/PPP, sería deseable que un nivel inicial máximo permisible de ruido en la ciudad de Piura fuera de 70 dB para el turno de las 07:00 – 10:00 p.m., debido a que implica un riesgo menor para el aparato auditivo, aun cuando se escuche para periodos mayores a 7 horas. Sin embargo de los resultados obtenidos, algunas intersecciones sobrepasan los valores límite de la ordenanza vigente, llegando algunos casos a más de 80 dB.
- ✓ Además de proponer un mecanismo normativo se hizo un análisis estadístico de los datos obtenidos, el cual se encontró que el percentil para el cual los valores son menores o iguales a 70 dB(A) es de 1%, lo que significa que el 99% de los valores está por encima de ese valor. Siguiendo con el análisis estadístico, se encontró que la media es de aproximadamente **76 dB(A)**, es decir que la mitad de los resultados está por debajo de este valor y la otra mitad por arriba del mismo, por lo que se propone sea el nivel inicial máximo permisible de ruido en la ciudad urbana de Piura.

RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer un sistema de registro anual de los vehículos, que permita tener los datos de año de fabricación, cilindrada, tipo de combustible empleado. De esta forma se podrá tener conocimiento real de la calidad del parque automotor de la ciudad de Piura. Este registro vehicular se vería facilitado con el establecimiento de revisiones técnicas anuales, en las que la información necesaria sería obtenida.
- ✓ Coordinar con las entidades pertinentes la elaboración de un plan estratégico con la finalidad de concientizar a los propietarios de vehículos informales.
- ✓ Delegar funciones específicas para las entidades encargadas del manejo de la información, de manera que sea un sistema organizado donde cada uno conoce su función, realizando un trabajo coordinado. Esto es importante, porque de esta forma se evita el trabajo repetitivo, pérdida de tiempo y dinero, generación de datos diferentes, etc.
- ✓ Crear una entidad encargada de recopilar y manejar toda la información respecto a parque automotor de la Ciudad de Piura, de manera que se evite trámites burocráticos y que la información este dispersa en todas las entidades.
- ✓ De implementarse un sistema de revisiones técnicas, emplear la base de datos obtenida para elaborar un nuevo estimado de emisiones. Esta información, más precisa en cuanto a la composición del parque automotor y a sus características, daría resultados más cercanos a la realidad y permitiría a mejorar las estrategias de control aplicadas..
- ✓ Establecer una frecuencia para la estimación de emisiones, sea con datos de las revisiones técnicas o de otra fuente, para mantener un seguimiento constante de las posibles fluctuaciones del total de contaminantes en el ambiente.
- ✓ Determinar factores de emisión para la ciudad de Piura, lo cual ayudaría a que los valores de emisiones sean más exactos para la calidad de nuestro parque automotor. Además se debe establecer valores de recorrido promedio anual para las diferentes categorías de vehículos.
- ✓ Desarrollar un sistema de mapas acústico urbano con el fin de identificar y evaluar los focos sonoros que dan lugar a niveles sonoros altos, acompañado de una distribución de niveles de molestia para cada zona, y un mapa acústico interurbano, que ponga en manifiesto las áreas o puntos concretos más sensibles al ruido, para los que se ensayarán distintas soluciones o propuestas de medidas correctoras.
- ✓ Una medida importante para disminuir los niveles de ruido actuales, debería ser tomada por la Municipalidad de Piura, para que a través de una entidad competente de Protección Ambiental, redefinan los niveles máximos de emisión de ruido admisible para los vehículos individuales con la actualización de la Ordenanza N° 04-96 C/PPP para que el ruido total, (que es consecuencia de la superposición de los ruidos de varios vehículos circulando al mismo tiempo por una arteria), disminuya sensiblemente.

- ✓ Podría plantearse valores transitorios de niveles de ruido molesto y nocivo. Se recomienda establecer 76 dB como el nivel de ruido molesto máximo permisible, en lugar de 70 dB, considerando que el 50% del nivel de ruido es inferior a 76 dB. Posteriormente y en forma gradual este valor podría ser ajustado cada 1 o 2 años hasta alcanzar los 70 dB.

- ✓ Complementar el estudio con un análisis completo de la calidad del aire, donde se incluya estudios de saturación, modelos de dispersión de los contaminantes, estudio epidemiológico y estudio de fuentes fijas, con el fin de obtener datos estadísticos de gran ayuda y obtener límites máximos permisibles en la ciudad de Piura.

- ✓ Las recomendaciones que aquí se enumeran podrían ser factibles para que el problema del ruido disminuya en las avenidas principales de la ciudad de Piura; sin embargo, es innegable la importancia de contar con una cultura de respeto al ambiente por parte del usuario del transporte vehicular, en consecuencia, estas acciones serían infructuosas si no van acompañadas de campañas de concientización, además de actualizar y mejorar la educación ambiental de las generaciones jóvenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. SESSIONS, S. et al. 1997. Una Evaluación Comparativa De Riesgos Para La Salud Ambiental. Proyecto Ecoriesgo. USAID, CONAM. Lima, Perú.
2. ITURREGUI, P. 1996. Algunas Propuestas Y La Necesidad De Una Agenda 21 Local. Problemas Ambientales De Lima. Fundación Friedrich Ebert. 1era Edición.
3. Alexander P. Economopoulos /Edición: 2002/ Evaluación de fuentes de contaminación del Aire- Parte 1: Técnicas para el Inventario Rápido de la Contaminación Ambiental.
4. ONURSAL, B.; Gautam S. P. 1997. Contaminación Atmosférica Por Vehículos Automotores, Experiencias Recogidas En Siete Centros Urbanos De América Latina. Documento Técnico del Banco Mundial Número 373S. Washington D.C.
5. CORVALAN, R.; Román R. 1997. Determinación De Emisiones Vehiculares En Condiciones De Flujo Reales. Actas Del VIII Congreso Chileno De Ingeniería Del Transporte. Santiago. Chile.
6. Seminario Técnico Administrativo Del Ruido Causado por Fuentes Móviles (Tráfico Rodado). Ponente: Ing. Hans C Rasmussen.
7. Tesis : “Emisiones De Los Vehículos Automotores Y Planteamiento De Posibles Estrategias De Control En El Área Metropolitana De Lima Y Callao”/Lima-2000.
8. Manuel Alberto Vizcarra Andreu 1982 Lima - Perú/Tecnósfera: La Atmósfera Contaminada y sus relaciones con el público.
9. Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulen en la red Vial/Decreto Supremo N° 047 – 2001 – MTC/Consejo Nacional del Ambiente – Perú/ Series Normas Ambientales /Diciembre 2001.
10. ROMIEU, I. 1992. "Estudios Epidemiológicos Sobre Los Efectos En La Salud Por La Contaminación Atmosférica De Origen Vehicular" En David E. Mage y Oliver Zalieds, Contaminación Atmosférica Causada Por Vehículos Automotores. Organización Mundial de la Salud, Departamento de salud pública. Ginebra, Suiza.
11. Consejo Nacional del Ambiente Perú – Serie: Normas Ambientales Diciembre 2001 - Límites Máximos Permisibles de Emisiones de contaminantes para Vehículos Automotores que Circulan en la Red Vial- Decreto Supremo N°047-2001-MTC.
12. El Peruano - Consejo Nacional del Medio Ambiente - Lima, Viernes 31 de enero de 2003 - Anteproyecto de Decreto Supremo – Página 238301- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire para Plomo.

13. FAIZ,A., C. WEAVER, M. WALSH. 1996. Air Pollution from Motor Vehicles – Standards and Technologies for Controlling Emissions. The World Bank. Washington D.C.
14. www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/55.pdf
15. http://www.ccar-greenlink.org/spanish_documents/spanish_htm/1704sp.htm
16. <http://cipres.cec.uchile.cl/~alerojas/me43a/>
17. www.conam.org.pe
18. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta2/cap5c.pdf>
19. http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/oriental/lecc2/lecc2_4.html
20. www.fonamperu.org/general/contaminación.asp
21. www.chemweek.com/wordfuels/rio/pdf/1208_07.pdf
22. www.airesaludable.org/legislacion.htm
23. www.conama.cl/rm
24. www.worldbank.org/nipr/polmod.htm
25. inei.gob.pe
26. <http://www.todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/CONTAMINACION%20SONORA.htm>
27. <http://www.urbalruido.com/biblioteca.htm>
28. <http://148.233.168.204/marcojuridico/ecol/ruido/nom-81.shtml>
29. http://www.glenmcbride.com/search_nomspanish.htm