

CAPÍTULO I

“INTRODUCCIÓN”

1.1. ANTECEDENTES

El impacto ambiental se define como la alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre. Es un juicio de valor sobre un efecto ambiental.

También debemos de resaltar lo que define lo que es una evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental como la predicción o presunción del impacto ambiental de una actividad o proyecto específico, y la proposición de alternativas para prevenir o atenuar los efectos degradantes o deteriorantes del ambiente que pueden seguirse de su realización o ejecución. Se la presenta normalmente en un documento público que tiene el mismo nombre de la actividad. En el presente trabajo se introducen estos términos para una mejor identificación en lo que se refiere a impacto ambiental y un estudio de evaluación de impacto ambiental tomando en cuenta el factor atmosférico; que en nuestro caso vamos a realizar y analizar al tráfico vehicular en el casco viejo de la ciudad de Tarija.

En las últimas décadas la contaminación producida por el tráfico vehicular ha sido una gran preocupación para diferentes países desarrollados en todo el mundo debido al alto porcentaje de parque automotor existente en los mismos; es así que de acuerdo a diferentes iniciativas de distintos gobiernos tanto nacionales, departamentales o municipales se han desarrollado estudios de impacto ambiental para poder determinar ciertas variables como el ruido y la emisión de dióxido de carbono por los automotores y como estos inciden en el medio ambiente sobre todo en las zonas urbanas; determinando medidas de mitigación o de reducción de estos impactos negativos sobre la población circundante a las áreas urbanas, proponiendo alternativas prácticas y sobre todo de concientización a los usuarios de automotores para poder reducir estas variables dañinas a la salud pública.

Es así que por ejemplo los países de Europa, China, Japón, México, han desarrollado tecnología de punta para poder medir y reducir estas variables negativas, tomando en cuenta variables de tráfico para poder crear modelos empíricos que a partir de los cuales se

crean mapas de zonificación de áreas donde son más intensas estas variables negativas y como se las puede reducir.

Por ejemplo en la Alcaldía Mayor de Bogotá - Colombia junto a su Secretaria Distrital de Ambiente, se lleva adelante desde el año 2000 el programa del “Día Sin Carro (DSC)”, donde se ha notado una importante y notable disminución del ruido en vías de tráfico liviano y la reducción considerable de la concentración de CO₂ (Dióxido de Carbono); esto previo a una evaluación de impacto ambiental realizado por las entidades responsables del municipio mayor, denotando así que esta iniciativa es una manera de mitigar el impacto causado por el tráfico vehicular en la ciudad de aquel país.

También en la Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito en Ecuador, se ha notado que en los últimos 20 años el impacto ambiental ha sido relevante por lo cual, la iniciativa de varias instituciones de ese país han desarrollado estudios de impacto ambiental en función a las variables de tráfico vehicular circulante en el distrito, para que en base a ellos desarrollar programas progresivos de mitigación y reducción de las variables negativas principalmente el ruido y el Dióxido de Carbono.

México, en su Distrito Federal, siendo uno de los países más contaminantes del mundo y que posee un gran parque automotor ha desarrollado programas como el tránsito de tráfico vehicular por el centro del DF. de acuerdo a un rol por día y numeración de placa, esto para reducir el tráfico y por ende la emisión de Dióxido de Carbono, el Ruido y otros gases que afectan notablemente la salud de los mexicanos, y estas alternativas y propuestas de disminución de estas variables negativas no se hubieran podido realizar si una previa evaluación de impacto ambiental que el tráfico motorizado provoca en la zona.

En nuestro país también, en la última década, ha comenzado a ser un gran preocupación el incremento considerable del parque automotor en especial en los departamentos del eje central como lo es Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.

En la ciudad de Cochabamba, a través de un Plan de Monitoreo Ambiental para la provincia Cercado, se firma un convenio en el año 2001, de fortalecimiento a las Unidades Ambientales Municipales, con el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Banco Mundial y Fondo Nórdico; con un financiamiento de 140.000 \$us.; se ha llevado adelante una evaluación de impacto ambiental tomando en cuenta las variables a mitigar como lo es el ruido y el Dióxido de Carbono producidas por el tráfico vehicular existente en

aquella urbe, que también contribuyen a la contaminación ambiental de la zona urbana de la ciudad.

El año 2004 se hizo el primer estudio sobre contaminación acústica en la ciudad de Oruro determinando que la población soporta niveles de 62.78 dBA. en periodo diurno (6-22) esto provocado por el tráfico automotor existente en la ciudad. En el año 2008 se realiza una evaluación de impacto ambiental sobre la contaminación acústica proveniente del tráfico vehicular en la zona central de Oruro por el laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica de Oruro (U.T.O.), la cual denota que el 80% de la contaminación acústica viene del tráfico vehicular, en dicho estudio se toma en cuenta una metodología de medición del ruido en base a dichos estudios se delimita un mapa preliminar de ruido de la zona central de la ciudad de Oruro.

En nuestra región, el año 2000 también se hace un estudio de evaluación de impacto ambiental del ruido del tráfico vehicular aplicado a la ciudad de Tarija, donde a partir de variables de tráfico como volumen, densidad y velocidad se hace una relación para poder determinar el nivel de ruido en la ciudad, en dicho trabajo se hace curvas de ajuste a las diferentes relaciones de las variables de tráfico con el ruido y en el cual se realiza las respectivas correcciones y recomendaciones de cuales deben ser los niveles permisibles de ruido que provienen del tráfico vehicular y las medidas posibles de mitigación.

Es así que, después de haber hecho una pequeña revisión en el contexto internacional, nacional y regional de cuan importante es el monitoreo de las variables como el ruido y la emisión de Dióxido de Carbono provenientes del tráfico vehicular que influyen directamente en el medio ambiente y los seres humanos, es que vemos la necesidad de llevar adelante el presente trabajo aplicado al casco viejo de la ciudad de Tarija con el fin de cuantificar estas variables negativas, dejando en claro que son las variables que podemos cuantificar en nuestro medio debido a la limitación de equipo especializado ya que existen otras variables que se podrían tomar en cuenta pero que no las vamos a estudiar en este trabajo, la cuantificación del ruido y el Dióxido de Carbono la vamos a realizar en base a variables extraídas del tráfico vehicular como volumen, densidad, velocidad, etc. Una vez obtenidos ambos tipos de variables, se procederá a elaborar un sistema de parámetros en

función a la relación entre ambos tipos de variables y así determinar ciertos niveles permisibles de emisión de Dióxido de Carbono y ruido que sirvan para tomar acciones de mitigación y reducir los efectos de contaminación que producen estas variables negativas al medio ambiente urbano y a los seres vivos de la ciudad.

El desarrollo del presente trabajo aportará de manera sistemática al enriquecimiento teórico sobre lo que es el ruido, el sonido y que efectos provoca la emisión de gases como el Dióxido de Carbono; concurrentemente la determinación de las variables de tráfico desde una visión teórica y puestos en práctica coadyuvan al mejor entendimiento e importancia de la Ingeniería de Tráfico, siendo esta una herramienta poderosa para poder determinar variables negativas como las citadas anteriormente y así poder ayudar a mejorar el estilo de vida en lo que refiere a disminuir la contaminación ambiental producida por el crecimiento de tráfico vehicular, garantizando a los seres vivos de la zona en estudio una mejor calidad de vida, también se debe resaltar el trabajo pues servirá para posteriores estudios hechos a mayor profundidad y con tecnología avanzada para poder mejorar el sistema de parámetros al cual se pretende llegar y así tener bases más sólidas al momento de proponer nuevas medidas de mitigación o desarrollar estrategias de prevención y concientización en los propietarios de vehículos y los habitantes de la ciudad.

También se pretende con el presente trabajo llegar a las instituciones e instancias correspondientes para que éstas puedan tomar cartas en el asunto y puedan también desarrollar estrategias y planes de acción pero a nivel departamental, estas instituciones pueden ser la Gobernación del Departamento a través de su Secretaría de Medio Ambiente, la Honorable Alcaldía Municipal a través de su Dirección de Medio Ambiente e instituciones como PROMETA, SERNAP y toda institución afín a la preservación y cuidado del Medio Ambiente.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el afán de la última década de mejorar la calidad de vida de todos los que habitamos este planeta es que se ha ido buscando alternativas para poder reducir la contaminación atmosférica causada por el crecimiento industrial, desarrollo tecnológico y por su puesto el crecimiento del tráfico vehicular en todas las ciudades del mundo.

En el eje troncal de Bolivia, es decir, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, se ve un crecimiento desmedido en lo que se refiere al tráfico vehicular, produciéndose un congestionamiento especialmente en los centros urbanos de estos departamentos.

A tal efecto Tarija no está al margen de las grandes ciudades pues en los últimos 10 años éste fenómeno se ha incrementado de manera alarmante por el incremento desmedido en el parque automotor ya sea por importación de vehículos usados o por el crecimiento de la mancha urbana exigiendo se incrementen los servicios de transporte público o porque hasta la fecha se ha hecho poco esfuerzo por crear planes efectivos de reordenamiento vial, en especial en el centro de la ciudad, denominado “casco viejo” donde se concentran la mayoría de los servicios públicos y privados; provocando que todos los ciudadanos deban de ingresar al centro de la ciudad en algún momento del día ya sea en transporte público, motorizado propio o simplemente como peatones.

Es así que al concentrarse una masa considerable de personas en el centro tarijeño ya sea como transeúntes o que poseen su domicilio en el área de estudio (casco viejo) es que ha nacido la necesidad de llevar adelante el presente trabajo para poder determinar qué tipo de impacto ambiental está causando el crecimiento de tráfico vehicular a nivel atmosférico, con la toma y medición de variables negativas, datos que al combinarse con un estudio de tráfico, nos arrojarán parámetros para realizar una evaluación de variables negativas que estarían afectando al factor atmosférico y por ende al ciudadano y después de dicha valoración proponer medidas de mitigación que serán recomendadas a las entidades correspondientes para su consideración y puesta en acción y de ese modo contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

1.3. SITUACIÓN PROBLÉMICA

Se ha observado que en la ciudad de Tarija se ha incrementado el crecimiento del parque automotor, ocasionando varios problemas al momento de circulación tanto de peatones y los mismos motorizados, evidenciándose un congestionamiento vehicular. Esto trae como consecuencia la emisión de gases como el dióxido de carbono, emisión de una serie de ruidos provenientes de los vehículos, derrame de sustancias tóxicas produciendo una contaminación ambiental dentro de la ciudad.

Este fenómeno de contaminación que se da en toda la ciudad, causando malestar en los ciudadanos, pudiendo hasta causar problemas de salud en los mismos de carácter auditivo, respiratorio, nervioso, psicológico, digestivo, etc.

Las sustancias derramadas por los vehículos por un mal mantenimiento producen daños en la capa de rodadura, de donde se pueden producir ahuellamientos, fisuras, baches, tanto el pavimento flexible como rígido.

Al dañarse las carpetas de rodadura, causaría un deterioro acelerado de las mismas lo cual causaría un problema económico al gobierno municipal o gobernación departamental pues se tendría que destinar más recursos económicos a la reparación y en algunos casos el reemplazo de las carpetas.

El tráfico al producir embotellamiento también produce una contaminación visual, ocasionando de esta manera un mal aspecto a la ciudad; esto a lo que refiere a una buena imagen que debería poseer la ciudad para el turismo que es una de las fuentes de captación de recursos para la región la bien llamada “industria sin chimeneas”.

1.3.1. PROBLEMA

El problema que se plantea es el siguiente: ¿Se puede realizar un estudio de evaluación a la contaminación ambiental que produce el incremento de tráfico vehicular debido al

crecimiento del parque automotor en el casco viejo de la ciudad de Tarija en su factor atmosférico?

1.3.2. OBJETO DE ESTUDIO

El Impacto Ambiental atmosférico producido por el Incremento del Trafico Vehicular en el casco viejo de la ciudad de Tarija.

1.3.3. CAMPO DE ACCIÓN.-

Casco viejo de la ciudad de Tarija.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental del factor atmosférico debido al crecimiento del tráfico vehicular en el casco viejo de la ciudad de Tarija con el propósito de cuantificar las variables negativas de contaminación producto de la emisión vehicular de gases; de tal modo que cumplan las normativas legales establecidas y niveles permisibles dentro de las mismas.

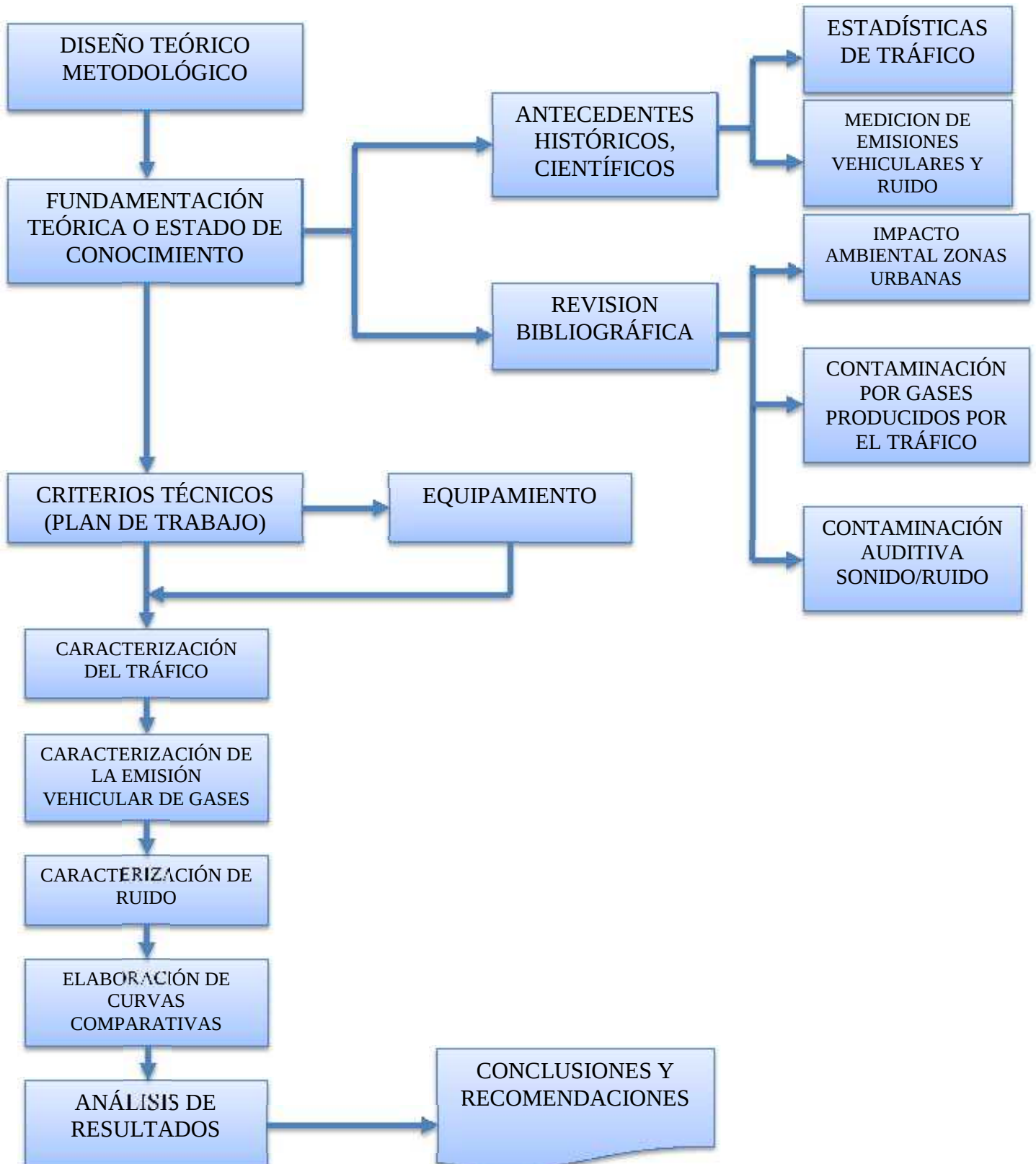
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer un estado de conocimiento básico acerca del impacto ambiental que produce el tráfico vehicular.
- Determinar los criterios técnicos necesarios para poder demostrar que las emisiones vehiculares de gases y los ruidos producto del tráfico vehicular causan un impacto ambiental considerable a la población.

- Determinar el área de estudio, asumiendo que por la congestión existente debido al crecimiento de tráfico vehicular existe altos volúmenes de vehículos que transitan por el centro de la ciudad.
- Realizar recomendaciones de prevención y control a raíz del análisis de los resultados a obtenerse en el presente trabajo.
- Analizar alternativas necesarias para poder reducir el incremento de tráfico vehicular y por consiguiente los niveles de contaminación atmosférica en el centro de la ciudad a partir del presente trabajo.

1.5. DISEÑO METOLÓGICO

1.5.1. ESQUEMA LÓGICO ESTRUCTURAL



1.6. ALCANCE

Con el presente trabajo se pretende establecer un conocimiento básico sobre el problema actual latente en el mundo como lo es la contaminación ambiental producida por el tráfico vehicular afectando el factor atmosférico, estos conocimientos básicos nos permitirán entender mejor lo que pasa en nuestra ciudad con el crecimiento del tráfico vehicular en las dos últimas décadas a comparación de ciudades más grandes en países más desarrollados.

Es así que a partir de estos conocimientos y criterios definidos se establecerá un plan de trabajo el cual nos ayudará a definir como máximo cinco criterios técnicos básicos en los cuales la evaluación ambiental en su factor atmosférico se someterá.

Para dicha evaluación ambiental se utilizará el equipo que sea necesario para poder llevar adelante la caracterización de las variables negativas que afectan la atmósfera dentro del casco viejo de la ciudad.

En lo que se refiere a la caracterización de las variables de tráfico se lo realizará a través de los métodos normalizados propuestos por varios autores bibliográficos, al momento de relacionar las variables negativas de impacto ambiental con las variables de tráfico se hará uso de fórmulas empíricas planteadas para tal fin.

El ruido será medido mediante equipo normalizado que se obtendrá para tal fin siendo la unidad de medición el decibel (dBA).

La medición de la emisión de Dióxido de Carbono se hará a través de equipo normalizado y digital obtenido para dicho efecto más el uso de datos estadísticos provenientes del municipio de la ciudad.

Una vez obtenidas dichas variables se procederá a hacer un análisis profundo de curvas relacionadas con el tráfico y las variables negativas de impacto ambiental, donde se podrá determinar y cuantificar el daño que este fenómeno de crecimiento de tráfico vehicular está afectando el medio ambiente en su factor atmosférico a la población y a partir de dicho análisis se realizará las recomendaciones y propondrá las medidas de mitigación posibles para reducir de alguna manera estas variables y brindar una mejor calidad de vida a la población.

1.7. MEDIOS Y TÉCNICAS

1.7.1. MEDIOS

Los medios a ser utilizados serán:

- Sonómetro.
- Equipo digital normalizado para Medición de Emisión de Dióxido de Carbono.
- Cronómetros.
- Flexómetros y Winchas.
- Paquetes Informáticos.

1.7.2. TÉCNICAS

- Para la obtención de los datos para determinar las variables de tráfico se procederá a realizar aforos en puntos estratégicos del casco viejo que serán como máximo treinta en intervalos de tiempo en horas pico donde el tráfico vehicular alcanza su mayor caudal.
- De la misma manera se recopilará de manera alterna datos de medición con el sonómetro en dichos puntos estratégicos por determinados intervalos de tiempo en las horas pico de tráfico vehicular.
- Con el equipo digital de medición de emisión de gases perteneciente a la H. Alcaldía Municipal de Cercado se realizará las respectivas mediciones, previo convenio con dicha institución y la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, esto con técnicos entendidos en el tema sobre el funcionamiento de dicho equipo.
- Con lo datos obtenidos, en gabinete se realizará el correspondiente procesamiento de datos para su posterior análisis y comparación, a partir de lo cual se llegara a las conclusiones y respectivas recomendaciones necesarias a tomar en cuenta a la hora del planteamiento de las medidas de mitigación.

CAPÍTULO II

“FUNDAMENTO TEÓRICO”

2.1. EL TRÁFICO EN BOLIVIA

En la última década, se produjo un fuerte incremento en la cantidad de automóviles en circulación, lo que presionó significativamente la red vial de las ciudades. Esto se debió a que las medidas económicas referidas a los precios del combustible, la masificación del GNV y la importación de los vehículos usados, hicieron más accesible la propiedad de un vehículo. En este periodo de aparente estabilidad económica, los ingresos reales subieron y los precios de los automóviles tendieron a bajar. De esta forma, tener un auto dejó de ser un sueño inalcanzable y se transformó en un hecho consumado para muchas familias.

El creciente número de automóviles incide, sin duda, en la congestión vehicular en nuestras ciudades, y es que actualmente hay una marcada propensión al uso intensivo del auto para todo tipo de fines.

En estos últimos años, el país encara dos desafíos fundamentales: por un lado, aumentar la seguridad de los ocupantes de los vehículos para reducir así el número de víctimas en los accidentes de tráfico; por otro lado, incrementar la eficiencia de sus motores para bajar el consumo de recursos y la contaminación atmosférica, de la que son uno de los principales causantes.

Uno de los problemas aún no solucionados en el país, ni si quiera analizado en su justa dimensión, es el servicio de transporte público, pese a constituir parte esencial de la columna vertebral de casi toda actividad pública y privada, económica o social y del funcionamiento de las ciudades, así como su conexión interdepartamental e internacional. Todavía no se ha conocido un estudio responsable que pueda tener la capacidad de coordinar desarrollo y planificación urbana de las ciudades con las necesidades reales, efectivas e idóneas del servicio de transporte.

En la mayoría de las ciudades bolivianas el transporte ha dejado de ser un servicio útil a la gente en su real dimensión, si lo es, para la gran mayoría de habitantes que no tiene un vehículo para moverse de un de origen a otro de destino, pero es fruto de una necesidad incomprensida que se conflictúa con la poca planificación y que, aún peor, se convierte en

una de las alternativas más fáciles de conseguir ingresos, sobre todo para quienes no cuentan con un trabajo seguro y que ven al sector como una necesidad de vida que provoca caos, contaminación y desorden vial.

Siempre ha sido la iniciativa privada la que ha improvisado el servicio público, con la importación primero de automóviles, luego de buses. El “boom” de la importación de autos usados se inicia a principios de la década de los noventa, con sus primeras apariciones por las calles, sin legislación alguna que pueda normar y controlar este ámbito, fue una veta para los primeros importadores que más allá de todo encontraron la ruta para un nuevo negocio que se hizo más que evidente, la importación de autos usados.

El boom fue la escena previa a otro, el transporte urbano se transformaba muy rápidamente, no sólo con el ingreso de miles de autos “transformers”, en su mayoría de color blanco, sino de la llegada de uno de los vehículos que tuvieron su acogida y recepción por parte de los pasajeros cansados de los micros de siempre, que por cierto siguen vigentes, y fue la aparición de los minibuses que fundamentalmente el lado occidental del país desarmaron toda posibilidad de planificación del transporte masivo urbano.

Mientras en las grandes ciudades del mundo se pensaba en alternativas de transporte masivo en su real dimensión, en Bolivia éste se “micronizaba” inevitablemente.

Algo curioso es que ya en el siglo XX se instalaron los primeros tranvías los cuales dejaron de funcionar en 1950 y no por falta de repuestos ni razones económicas sino por otra razón que de verdad llama la atención; la “congestión vehicular”, con la aparición de vehículos en las calles de las ciudades, el transporte se veía congestionado con la presencia de los tranvías que les quitaban espacio a los preciados automóviles, por tanto la solución fue sacar a los tranvías de las ciudades.

Por ejemplo, en la ciudad de La Paz después de 50 años se empezó a pensar en un proyecto de transporte urbano masivo, como un tren metropolitano, el teleférico y algunas iniciativas para reordenar el servicio con el ingreso solamente de omnibuses al centro de la ciudad, mientras que los vehículos pequeños harían servicios para los barrios. Desafortunadamente, ninguno de los proyectos prospero, de tal forma que el transporte no sólo en La Paz, sino en casi todas las ciudades del país desarrolló un crecimiento anárquico con la incorporación de minibuses incómodos que transportan poca gente, congestionan el tráfico y contaminan el medio ambiente. La ciudad de Santa Cruz fue la única que extirpó a los minibuses, en una

medida aplaudida por la población pero los buses de transporte tampoco reúnen las condiciones adecuadas de servicio pues son demasiado viejos.

Las ciudades, en donde se concentran las actividades cotidianas y de comercio, se han visto sobrepasadas en sus capacidades de vías y parqueos, tal es el caso del centro de nuestra ciudad. De esta manera, el servicio público de pasajeros, sumado al transporte en general, se ha convertido en un gran problema, generador de contaminación y obstrucción funcional. El sistema actual de transporte público urbano, por sus características y a pesar de los esfuerzos que realizan los transportistas por brindar un buen servicio a la población, se caracteriza por ser ineficiente, peligroso y generador de una cadena de problemas grandes y pequeños por el uso irracional de recursos económicos, energéticos y de espacios urbanos. Existe una absoluta desintegración en el sistema de transporte, caos en el servicio y alto riesgo para los usuarios por la ausencia de planeación y coordinación entre el crecimiento del servicio y el desarrollo urbano.

Los datos que maneja el Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT) revelan que en Bolivia el número del parque automotor creció nueve veces en 11 años, de 1998 a 2009. Este crecimiento acelerado se le atribuye a las políticas en lo que respecta a la importación de automóviles, tanto nuevos como usados.

2.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE TRÁFICO

Dado que el presente trabajo está basado en un estudio de tráfico en su incremento dentro del casco viejo de la ciudad de Tarija en los últimos años y el impacto ambiental que éste está produciendo es que veremos de manera puntual algunos conceptos teóricos que sustentan el desarrollo de este estudio.

2.2.1. Ingeniería de Transporte.- Aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planificación, al proyecto funcional, a la operación y administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.

2.2.2. Ingeniería de Tráfico.- Es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte.

2.2.3. Relación entre la Demanda Vehicular y la Oferta Vial.- Con el propósito de entender a profundidad el problema de tráfico que se da en todas las partes del mundo como en nuestra ciudad es importante realizar una interpretación de manera gráfica de los dos elementos que originan dicho problema los cuales son:

- **La Demanda Vehicular;** es la cantidad de vehículos que quieren desplazarse por un determinado sistema vial u **oferta vial**. Se entiende que dentro de la demanda vehicular se encuentran aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial , los que se encuentran en cola esperando circular (en caso de existir problemas de congestión como es el caso de nuestro estudio) y los que deciden tomar rutas alternas (para evitar la congestión existente).

Para observar si la operación vial se da en condiciones de flujo estable o saturado es necesario comparar estos dos elementos. Para tal efecto, ellos se deben expresar en las mismas unidades.

- **La Oferta Vial;** representa el espacio físico (calles y carreteras), se puede indicar en términos de su sección transversal o capacidad. De esta manera la **oferta vial o capacidad** representa la cantidad máxima de de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

2.2.4. Patrón Urbano.- En la siguiente figura se ilustra en forma de esquema una parte de una zona urbana, donde se identifican la demanda vehicular (los vehículos) y la oferta vial (las calles).

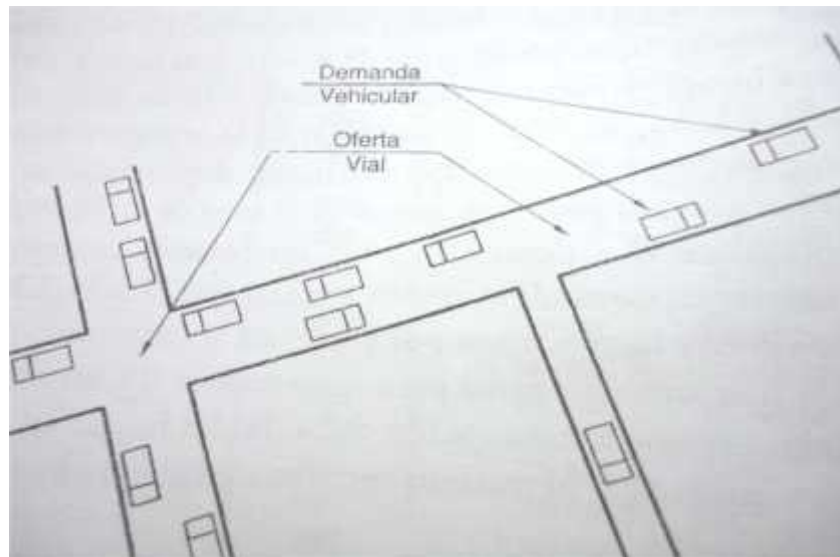


Fig. 2.1. Demanda y Oferta Vehicular

La demanda es generada por los vehículos que circulan y los que acceden a los lotes adyacentes a las calles según su densidad de edificación. La oferta vial es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamiento.

- Si: **Demanda Vehicular** < **Oferta Vial**, el flujo será no saturado y los niveles de operación variarán de excelentes a aceptables. Es lo deseable.
- Si: **Demanda Vehicular** = **Oferta Vial**, se llega a la capacidad del sistema. El tráfico se torna inestable y se puede llegar a la congestión.
- Si: **Demanda Vehicular** > **Oferta Vial**, el flujo será forzado, presentándose detenciones frecuentes y grandes demoras. Es lo no deseable.

Por lo tanto, si **Demanda Vehicular** $\leq$ **Oferta Vial**, no existirá mayor problema en el manejo del tráfico. Por el contrario, si **Demanda Vehicular** > **Oferta Vial**, se presentarán los problemas de tráfico, que habrá que analizar y resolver.

En la siguiente figura se muestra de manera gráfica, la variación de la demanda vehicular (q) a través de las horas del día en una sección transversal de una calle comparada con su capacidad (c).

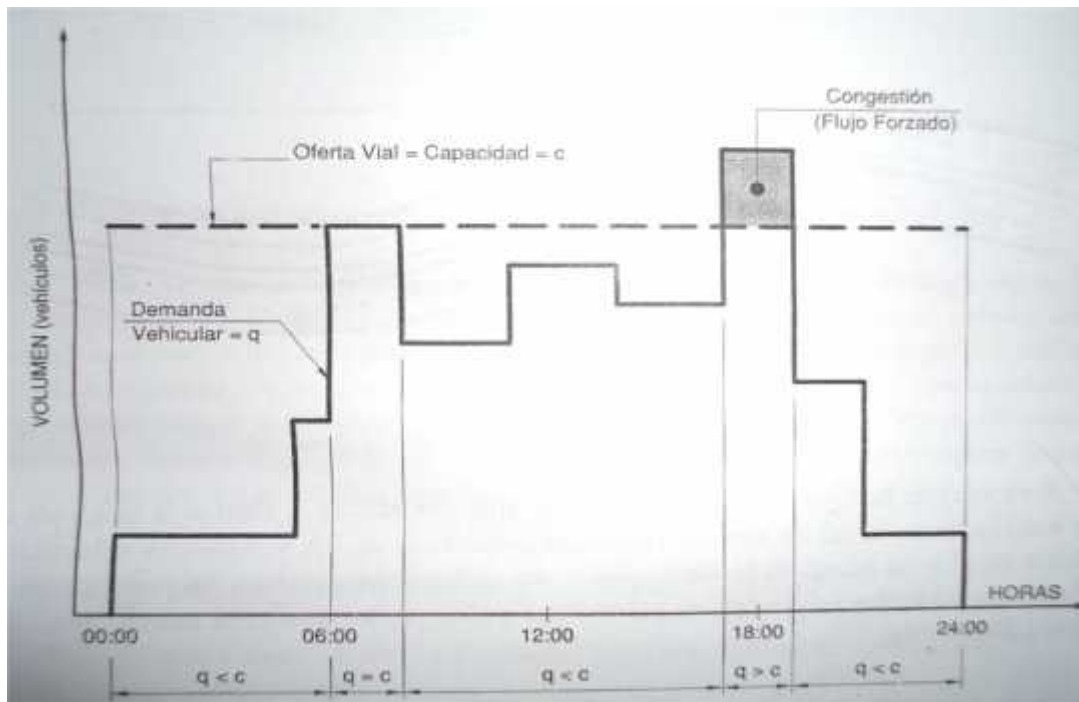


Fig. 2.2. Variación de la Demanda Vehicular (q)

2.2.5. Factores que intervienen en el problema del Tráfico.- Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc. Originando obviamente problemas de tráfico, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestionamiento.

A pesar de que en los últimos tiempos con los avances tecnológicos, se han logrado proyectar y construir sistemas viales más acordes con el entorno urbano de las áreas adyacentes y a los requerimientos operacionales de los vehículos que los utilizan, al igual que diseños urbanos consistentes con los requerimientos del tráfico vehicular, de peatones, carga, transporte público y usos del suelo urbano; los problemas de tráfico en muchos lugares aún persisten. A continuación se enuncian cinco factores que podrían ser los

contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.

- ✧ Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- ✧ Automóviles diversos.
- ✧ Microbuses y minibuses de alta velocidad.
- ✧ Microbuses pesados, de baja velocidad.
- ✧ Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
- ✧ Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas.

- ✧ Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
- ✧ Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas.
- ✧ Aceras insuficientes.
- ✧ Carreteras que no han evolucionado.

3. Falta de planificación en el Tráfico.

- ✧ Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura (tal como puentes, túneles, etc.) y otros.
- ✧ Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
- ✧ Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los lineamientos preestablecidos.
- ✧ Incoherencia en la localización de las zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales.

4. El automóvil no considerado como una necesidad pública.

- ✧ Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- ✧ Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

- ✧ Legislación y reglamentos de tráfico anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- ✧ Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.

2.2.6. Tipos de solución.- Si el problema de tráfico causa pérdida de vidas y bienes, o sea que equivale a una situación de falta de seguridad para las personas y de ineficiencia económica del transporte, la solución, lógicamente, se obtendrá haciendo el tráfico seguro y eficiente.

Hay tres tipos de solución que se pueden dar al problema del tráfico:

1. Solución Integral.

Si el problema es causado por un vehículo moderno sobre carreteras y calles antiguas, la solución integral consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Se necesitará crear con trazo nuevo, revolucionario, con calles destinadas al desplazamiento del vehículo moderno, con todas las características inherentes al mismo.

Un ejemplo a tomar sería diseñar trazos para nuevas ciudades inspirado en los sistemas circulatorios de la naturaleza, como el de la sangre en el hombre, el de los ríos y el de las plantas. Esta idea busca el equilibrio de la oferta y de la demanda con el trazo de arterias troncales con control de accesos para facilitar el viaje al centroide,

con calles secundarias que drenan las zonas de habitación y trabajo hacia el lógico desfogue que las lleve a las zonas centroidales.

Esta solución es casi imposible de aplicar en las ciudades actuales, por el alto costo que ello significa, ya que se tendría que reestructurar el sistema vial el de los edificios y se necesitaría empezar por eliminar casi todo lo existente, llevándose a cabo una renovación urbana total. Las calles y carreteras tendrían que ser sustituidas por otras cuya velocidad de proyecto fuese, por ejemplo, de 130 Km. /h. o más.

2. Solución parcial de alto costo.

Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente se tiene, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angostas, cruceros peligrosos, obstrucciones naturales, capacidad restringida, falta de control en la circulación, etc.; pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es, siempre, muy elevada. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistema de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados, etc.

3. Solución parcial de bajo costo.

Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo en cuanto a regulación funcional del tráfico, a través de técnica depuradora, así como disciplina y educación por parte del usuario, y a la coherente localización de actividades con respecto al patrón de usos del suelo y a las características físicas del sistema vial de acceso, incluye, entre otras cosas, la legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tráfico; las medidas necesarias de educación vial; la organización del sistema de calles con circulación en un sentido; el estacionamiento de tiempo limitado; el proyecto específico y apropiado de señales de tránsito y semáforos; la canalización del tráfico a bajo costo; la priorización y eficiente organización del transporte público, de calles y aceras

peatonales; así como; las facilidades para la construcción de terminales y estacionamientos; etc.

2.2.7. Bases para una solución.- De cualquier manera, la experiencia demuestra que en determinado tipo de solución deberán existir tres bases en que se apoye la misma. Son los tres elementos, que trabajando simultáneamente, van a dar lo que se quiere: un tráfico seguro y eficiente. Estos tres elementos son:

- 1. La ingeniería de tráfico.**
- 2. La educación vial.**
- 3. La legislación y vigilancia policiaca.**

Aquel medio en el que falta alguno de estos tres elementos, también llamados columnas del *Templo de la Seguridad*, no tendrá un tráfico exento de accidentes y de congestionamientos. Es necesario que, cualquiera que sea el tipo de solución que se adopte, tome en cuenta estas tres herramientas indispensables. Es esencial que un técnico especializado en ingeniería de tráfico resuelva los problemas del proyecto físico de la carretera o calle con todos sus detalles; que las instituciones educativas y el gobierno en nuestro caso el gobierno departamental y municipal tomen por su cuenta la preparación del individuo para la era motorizada en que vive y, finalmente, que las autoridades sepan crear leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tráfico moderno y que las hagan cumplir por medio de agentes de tránsito especialmente preparados para tal fin.

2.2.8. Metodología.- Para poder hacer frente al problema de tráfico se deben seguir seis pasos sucesivos recomendados los cuales permitirán el planeamiento del mismo, de tal manera que la solución sea lógica y práctica. Los seis pasos necesarios son los siguientes:

- 1. Observación de la problemática.**
- 2. Formulación de la hipótesis de la problemática y su solución.**
- 3. Recopilación de datos.**
- 4. Análisis de los datos.**

5. Proposición concreta y detallada.**6. Estudio de los resultados obtenidos.**

Como primer paso se requiere tomar contacto directo con el área física del problema, tal que se defina la información indispensable a reunir, con base en una buena formulación del marco de la hipótesis. En la recopilación de datos, lo que se necesitan son precisamente las estadísticas, los informes oficiales y los hechos veraces.

No es suficientemente útil conocer la opinión del amigo o del comerciante de la esquina; se necesitan datos estadísticos obtenidos oficialmente, en el lugar de los accidentes u obtenidos de fuentes de información dignas de crédito.

Segundo, para el análisis de estos datos se necesita una mente entrenada que pueda dar una interpretación real a los mismos. De estos análisis se desprende una parte muy importante de la solución y sólo un especialista en la materia deberá llevarlo a cabo.

Después del análisis, el encargado de resolver el problema deberá presentar un proyecto de solución, cubriendo los tres elementos básicos. Incluyendo el aspecto físico y el uso del suelo en el entorno urbanístico en caso de calles urbanas, adaptando las características del vehículo y el comportamiento del usuario, a las modalidades necesarias que el proyecto requiere en cuanto a educación vial, así como las reformas y sistemas legislativos y policíacos, que coadyuven a implementar la solución.

Finalmente, es conveniente observar, durante cierto periodo posterior, el resultado que tuvo la solución aplicada. Este resultado se observará directamente a través de las estadísticas levantadas en cuanto a la eficiencia del movimiento vehicular y de peatones, así como en cuanto a la disminución o aumento de accidentes. Es posible que muchas soluciones requieran una revisión y perfeccionamiento, por lo que este último paso es de gran importancia.

2.2.9. Elementos básicos que producen el Flujo de Tráfico.- Con el propósito de estudiar los aspectos operacionales de la ingeniería de tráfico es importante analizar los elementos básicos que hacen que se produzcan los flujos de tráfico y que por lo tanto interactúan entre sí.

2.2.9.1. El Usuario.- Dentro de esta clasificación se encuentran: el conductor, el peatón, el ciclista y pasajeros.

Para el ingeniero de tráfico es importante conocer las habilidades, limitaciones y requisitos que tiene el usuario como elemento de la ingeniería de tráfico.

Los seres humanos como usuarios de los diferentes medios de transporte, son elementos primordiales del tráfico por calles y carreteras, quienes deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de poder ser controlados y guiados de forma apropiada. El comportamiento del individuo en el flujo de tráfico, es con frecuencia, uno de los factores que establece sus características.

- a. Peatón.-** Se puede considerar peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años de edad. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto a todos nos interesa este aspecto. También, puede decirse que el número de peatones en un país casi equivale al censo de la población.

Por otra parte, es importante estudiar al peatón porque es, por jerarquía entre todos el más vulnerable, lo cual lo convierte en un componente importante dentro de la seguridad vial. En la mayoría de los países en el mundo con un gran parque automotor, los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito ocupan una cifra muy alta. Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque éstos no cruzan en las zonas demarcadas para ellos o porque no siempre los flujos están adecuadamente canalizados.

Tanto el conductor como el peatón, en muchos casos, no han asimilado el medio en que se mueven y lo que significan como usuarios del transporte. En las actividades comunes del conductor y el peatón, en las calles, en la vida diaria, sigue existiendo situaciones anormales. Esto se nota más claramente en aquellos sitios en que el conductor del vehículo automotor no le cede el paso al peatón donde comparten un mismo espacio para circular. Y por otro lado, con la gente que viene de fuera del medio, como el provinciano que llega a una ciudad, está indeciso en los cruceros esperando un momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y repentinamente trata de cruzar corriendo, o los peatones que cruzan por lugares no debidos.

- b. **Ciclista**.- Otro elemento importante del tráfico y transporte es el ciclista, que de alguna manera, ya sea en el desarrollo de una actividad de recreación, trabajo, compras o estudio, debe desplazarse de un lugar a otro, sobre facilidades exclusivas o mezcladas con el tráfico peatonal y vehicular. Independiente de cómo lo realice, siempre ha sido vulnerable a muchos factores tales como: a la accidentalidad producida por la interacción con los vehículos motorizados, a la inseguridad por la facilidad a robos o atracos, a la geografía y topografía tortuosa misma del lugar y porque no decirlo, al medio ambiente adverso como por ejemplo la lluvia.

Sin embargo, con el crecimiento de las ciudades y el aumento de la contaminación ambiental debida a los vehículos automotores, es necesario y ya se están comenzando a implantar , sistemas de transporte alternativos que utilizan medios no motorizados, ambientalmente inofensivos y sostenibles que no usen carburantes; y uno de esos es la bicicleta. Para que esto se logre, las ciclovías y los carriles para los ciclistas deberán llenar todos los requisitos necesarios, en su diseño y operación, de tal manera que su vulnerabilidad sea la más mínima posible.

Mencionamos una serie de ventajas que justifican el uso de la bicicleta:

- Disminución de la contaminación atmosférica.
- Disminución de la congestión vehicular.
- Quien la utiliza mantiene, mantiene un buen nivel de actividad física y de salud.
- Ahorro de costos de transporte.
- Relación más humana y más amable con el medio ambiente.
- No se congestionan, el tiempo de desplazamiento siempre es el mismo incluso en horas de máxima demanda de ciclistas.
- Ecológicamente sostenible.
- No requiere de la construcción de una infraestructura tan costosa.
- Mejora el estado de ánimo de quienes lo practican.

- c. **Conductor.**- Por lo regular el que, conduce un vehículo conoce el mecanismo, sabe lo que es el volante, las velocidades, el freno, etc., pero desconoce las limitaciones, la potencialidad de ese vehículo y carece de destreza para mezclarlo en la corriente del tráfico. Con el apoyo de las estadísticas de accidentes se puede asegurar que el vehículo, sin la preparación previa del individuo a través de la educación vial, ha sido convertido en un arma homicida. El individuo que maneja un automóvil, la mayor parte de las veces no se da cuenta de que con un leve movimiento del pedal puede acabar con la vida de varias personas en pocos instantes. Según ha ido cambiando y evolucionando el vehículo, el hombre se ha ido adaptando con facilidad, y así como conducía antes vehículos con una velocidad máxima de 30 Km./h., en pocos años ha conducido vehículos que pasan de 1000 Km./h. El individuo tiene la facultad de adaptarse a cualquier innovación que le presenten, se ha demostrado que un piloto lo mismo conduce una carrera de bueyes que un avión a mayor velocidad que la del sonido. Luego no han sido las limitaciones físicas en el hombre si lo falta de adaptación de las masas. Pero no solamente debe adaptarse al piloto de pruebas o al corredor profesional, sino que existe la obligación de preparar a todos los peatones y los conductores.

2.2.9.2. El Vehículo.- También un elemento importante y básico que produce el flujo de tráfico es el vehículo, que este puede ser de carácter privado público y comercial.

Los vehículos poseen diferentes características que deben ser tomadas en cuenta, tales como: dimensiones, el peso, la potencia, los radios de giro, la velocidad, el poder de aceleración y desaceleración, la capacidad de frenado, etc.

Si bien hemos mencionado las características del vehículo también es necesario tomar en cuenta que dichos vehículos necesitan regularmente inspecciones mecánicas rigurosas, los mismos que traen ventajas a su estado general:

- Mejora su estado natural.
- Lo conserva a un mayor nivel comercial.
- Ofrece la oportunidad el número de serie del motor, verificándolo contra la factura y permite también cooperar en la aplicación de la ley en algunos casos.

- Mejora la calidad de la mano de obra en su reparación.
- Proporciona una excelente oportunidad para informar a los conductores sobre la condición del vehículo y su responsabilidad bajo esas circunstancias.

Según la experiencia de servicio en asociaciones automovilísticas de servicio, las causas principales de falla de un vehículo ocurren por el estado de las llantas, los frenos, la suspensión delantera, la dirección, las luces, etc.

La labor preventiva puede ser significativa a través de una revisión rápida, cada vez que haya un contacto de la autoridad con el usuario, cuando menos el vehículo de servicio público. Sea cual sea el tipo de vehículo se puede hacer una revisión mínima de cinco minutos, que ayudara al usuario y al agente de la ley a conocer las condiciones del vehículo, al grado que se pueda determinar si conviene seguir su camino o prohibirle el paso en la carretera.

2.2.9.2.1. Características de los Vehículos de Proyecto.- En general, los vehículos se clasifican en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehículos especiales.

- **Los vehículos ligeros**, son vehículos de pasajeros y/o carga, que tienen dos ejes y cuatro ruedas. Se incluyen en esta denominación los automóviles, camperos, camionetas y las unidades ligeras de pasajeros y carga.
- **Los vehículos pesados**, son unidades destinadas al transporte masivo de pasajeros o de carga, de dos o más ejes y de 6 o más ruedas. En esta denominación se incluyen los autobuses y los camiones.
- **Los vehículos especiales**, son aquellos que eventualmente transitan y/o cruzan las carreteras y calles, tales como camiones y remolques especiales para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada, maquinaria agrícola, bicicletas, motocicletas, y en general todos los vehículos no clasificados anteriormente, tales como vehículos deportivos y vehículos de tracción animal.

2.2.9.3. La Vialidad.- Las características del sistema vial también son importantes las cuales tienen que ver con su geometría, accesibilidad, movilidad, función y categoría, entre otras.

Uno de los patrimonios más valiosos con el que cuenta cualquier país es su infraestructura y en particular la del sistema vial, por lo que su magnitud y calidad representa uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo. Por esto es común encontrar un excelente sistema vial en un país de un alto nivel de vida y un sistema vial deficiente en un país subdesarrollado.

2.2.9.3.1. Camino o Vía.- Se entiende por **camino**, aquella faja de terreno acondicionada para el tráfico de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas **carreteras**, y a nivel urbano las **calles** de la ciudad.

2.2.9.3.2. Clasificación de una red vial.- A continuación se presenta algunas de las clasificaciones de entre las más comunes en todo el mundo. Dejando claro que nuestro país posee su propia clasificación de redes viales y que también haremos mención.

Las clasificaciones son las siguientes:

- **Clasificación Funcional.**
 - Carreteras y calles Principales (arterias).
 - Carreteras y calles Secundarias (colectoras).
 - Carreteras y calles Locales.
- **Tipo de Carreteras.**
 - **Clasificación por Transitabilidad.**
 - Carretera de tierra o en terracerías.
 - Carretera revestida.
 - Carretera pavimentada.
 - **Clasificación Administrativa.**

- Carreteras Nacionales administradas por la Administradora Boliviana de Carreteras (A.B.C.).
- Carreteras Departamentales administradas por el Servicio Departamental de Caminos (SE.DE.CA.).
- Carreteras Municipales.

- **Clasificación Técnica.**

- La ABC clasifica de tipo I a Tipo IV las carreteras técnicamente, pero dado que la mayoría de las carreteras de nuestro país tienen financiamiento externo entonces se adopta la clasificación ASHTOO que es reconocida mundialmente haciendo la clasificación de: Tipo A, Tipo B, Tipo C.

Las clasificaciones anteriores han sido nombradas de manera general pues para el presente trabajo la clasificación más importante y que será detallada a continuación es la de sistema vial urbano.

2.2.9.3.3. Sistema Vial Urbano.- Esta dado por la siguiente clasificación:

- ✧ **Autopistas y Vías Rápidas;** las autopistas son las que facilitan el movimiento expedito de grandes volúmenes de tráfico entre áreas, a través o alrededor de la ciudad o área urbana. Son divididas, con control total de sus accesos y sin comunicación directa con las propiedades colindantes. Una autopista tiene separación total de los flujos conflictivos, en tanto que una **vía rápida** puede o no tener algunas intersecciones a desnivel, pero puede ser la etapa anterior de una autopista. Estos tipos de arterias forman parte del sistema o red vial primaria de un área urbana.
- ✧ **Calles Principales;** son las que permiten el movimiento de tráfico entre áreas o partes de la ciudad. Dan servicio directo a los generadores principales de tráfico y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas. Con frecuencia son divididas y pueden tener control parcial de sus accesos. Las calles principales se combinan

entre sí para formar un sistema que mueve el tráfico en toda la ciudad, en todas las direcciones.

- ✧ **Calles Colectoras;** son la que ligan las calles principales con las calles locales, proporcionando a su vez acceso a las propiedades colindantes.
- ✧ **Calles Locales;** proporcionan acceso directo a las propiedades, sean estas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso, además de facilitar el tráfico local hacia las residencias. Se conectan directamente con las calles colectoras y/o con las calles principales.

2.2.9.4. Volumen de Tráfico.- En la ingeniería de tráfico, la medición básica más importante es el conteo o aforo ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de: Volumen, Tasa de Flujo, Demanda, Capacidad. Estos cuatro parámetros se relacionan estrechamente entre si y se expresan en las mismas unidades o similares, sin embargo, no significan lo mismo.

- **Tasa de Flujo:** Frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
- **Demanda:** Es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.
- **Capacidad:** Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.

2.2.9.4.1. Definición de Volumen de Tráfico.- Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Dónde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N = número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = periodo determinado (unidades de tiempo)

2.2.9.4.2. Tipos de Volúmenes de Tráfico.-

1. Volúmenes de Tráfico Absolutos o Totales.

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración del lapso de tiempo.

- **Tráfico Anual (TA):** Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año.
- **Tráfico Mensual (TM):** Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes.
- **Tráfico Semanal (TS):** Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T = 1$ semana.
- **Tráfico Diario (TD):** Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T = 1$ día.

- **Tráfico Horario (TH):** Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.
- **Tráfico en un periodo inferior a una hora (Qi):** Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora. En este caso $T < 1$ hora. Donde $i =$ periodo en minutos.

2. Volúmenes de Tráfico Promedio Diarios (TPD).

Se define como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del periodo.

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ dia} < T \leq 1 \text{ año}}$$

Dónde:

N = número de vehículos que pasan durante T días.

Volúmenes de tráfico promedio diario, dados en vehículos por día:

- **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

- **Tráfico Promedio Diario Mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

- **Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)**

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

3. Volúmenes de Tráfico Horarios.

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tráfico horario, dados en vehículos por hora:

- **Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.

- **Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día particular.

- **Volumen Horario-Décimo, Vigésimo, Trigésimo-anual (10VH, 20VH, 30VH)**

Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9, 19, y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina volumen horario de la décima, vigésima y trigésima hora de máximo volumen.

- **Volumen Horario de Proyecto (VHP)**

Es el que servirá de base para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda presentar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto.

2.2.9.5. Flujo Vehicular o Tasa de Flujo (q).- Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. Entonces el flujo es pues el número de vehículos que pasan durante un **intervalo** de tiempo específico, T, inferior a una hora, expresado en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s). No obstante el flujo o tasa de flujo, q, también puede ser expresada en vehículos por hora (veh/h) teniendo cuidado de su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o **volumen horario, Q**. El flujo o tasa de flujo se calcula con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

- **Intervalo Simple (h_i).**

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos.

- **Intervalo Promedio ($\bar{h}$).**

Es el promedio de todos los intervalos simples, h_i , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo (s/veh) y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1}$$

Dónde:

$\bar{h}$ = intervalo promedio (s/veh).

N= número de vehículos (veh).

N-1= número de intervalos (veh).

h_i = intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo $i+1$.

2.3. EL TRÁFICO EN TARIJA

El constante y cansador ruido de las bocinas, el lento avance de las enormes filas de motorizados en las horas pico, generalmente es visto en grandes ciudades, donde el progreso y el desarrollo son constantes, sin embargo, Tarija, una ciudad considerada pequeña, también empieza a sufrir inconvenientes por los más de cuarenta mil vehículos que circulan cada día, sin incluir aquellos que aún están indocumentados. De 8:30 a 9:30, de 12:00 a 13:00 y de 18:00 a 19:00, aproximadamente, horarios en los que la población ingresa y sale de sus fuentes laborales, escuelas, universidades, hogares o viceversa, la congestión es enorme, lo provoca, en muchas ocasiones, accidentes de tránsito y transgresiones a las normas vigentes.

Para las autoridades del Gobierno Municipal y del Organismo Operativo de Tránsito, el principal factor para que, en Tarija, se haya comenzado a vivir este tipo de situaciones se debe a dos factores, uno es el incremento desmedido del parque automotor, que supera los 41 mil motorizados, y el otro es que las vías de la ciudad resultaron “chicas” y la circulación fluida es casi imposible.

- **Tránsito.** Para el director del Organismo Operativo de Tránsito, coronel Grover Baldivieso, los más de 38 mil motorizados, registrados en su base de datos, rebasaron la capacidad de las vías tarijeñas, sin tomar en cuenta aquellos denominados “chutos” o indocumentados, que también circulan por la ciudad, engrosando la cantidad de automóviles y motocicletas en la capital.
- **Los puntos conflictivos.-** En relación a qué puntos de la ciudad serían los más conflictivos en las horas pico, Baldivieso explicó que se trata de las zonas más afectadas son las aledañas al centro de la ciudad, como los mercados Central y Campesino, las plazas Luis de Fuentes y Sucre, y el puente San Martín.
El director de Tránsito aclaró que la rotonda de ingreso al barrio San Martín es conflictivo debido a que en la zona alta de la capital existe una gran cantidad de población que busca llegar o salir de sus casas o fuentes laborales y cuya principal vía de circulación pasa por el puente homónimo, provocando que se aglomere una gran cantidad de vehículos de los servicios público y privado.

- **Posibles soluciones.-** Baldivieso explicó que ante el constante aumento del parque automotor en la capital, se realizó una serie de propuestas para que se mejore el flujo vehicular, entre los que están la prohibición de circulación de vehículos privados por determinadas calles y sólo permitir a los de servicio público.

Otro planteamiento que hizo fue restringir el ingreso de los motorizados de acuerdo al número de placa de control, aplicando el sistema que se utiliza en la ciudad de La Paz, y que las calles Domingo Paz y Bolívar sean de uso exclusivo para el transporte público.

También recordó que existen propuestas como la de modificación de algunas rotondas en la ciudad, e incluso señaló que se podría estimar el aumentar o mejorar los semáforos en la ciudad, pero recordó que esta es una labor de parte del Gobierno Municipal.

“Lamentablemente estas propuestas fueron rechazadas por algunos ciudadanos y también por transportistas, debido a que algunas personas particulares no podrían ingresar con sus vehículos a sus domicilios o fuentes laborales. Sabíamos que iba a ser difícil, pero tenemos la esperanza que con la conclusión del puente sobre el río Guadalquivir, a la altura de la fuente de los deseos, se podrá descongestionar gran parte del flujo vehicular”, manifestó.

Otra de las soluciones que planteó la autoridad policial tiene que ver con que las autoridades municipales comiencen a planificar obras estructurales tanto encima de las calles como por debajo de la ciudad, no descartando incluso vías subterráneas que alivien el tráfico vehicular, todo esto con la finalidad de que las calles queden liberadas. “La calle Cochabamba, por ejemplo, dejó de ser la llamada calle ancha de nuestra ciudad”, comentó.

- **Municipalidad.-**

Desde la Dirección de Ingresos del Gobierno Municipal, su directora, Miriam Estrada, explicó que, coincidiendo con Tránsito, existe un parque automotor registrado de unos 38 mil motorizados, y señaló que existen unas 3.800 motocicletas también registradas, vale decir, que cuentan con su respectiva placa de control.

Sobre cuánto recibió el Gobierno Municipal por concepto de impuestos a los motorizados, Estrada señaló que es variable, esto debido a que se toma en cuenta el año de fabricación, la cilindrada, procedencia, y explicó que anualmente el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas emite una reglamentación sobre el cobro de este impuesto.

“Contamos con una serie de tablas que es introducida en nuestro sistema, donde al momento de realizar el cobro se nos emite la base imponible sobre la cual debemos calcular el impuesto”, explicó, y agregó que hasta octubre se logró una recaudación por concepto de vehículos aproximada a 7 millones 946 mil bolivianos, llegando al 99 por ciento de la recaudación programada para esta gestión.

Sobre cuál sería la cantidad de motorizados que se incrementaron en relación al año 2009, la funcionaria municipal señaló que, al contar con controles anuales, el año pasado se registraron unos 36 mil 104 motorizados, mientras que hasta fin de año se estima que se sobrepase los 38 mil, lo que podría significar que existe un incremento cercano a los dos mil motorizados por año.¹

2.4. MEDIO AMBIENTE Y ZONAS URBANAS.

Antes de hacer y analizar la relación del medio ambiente y las zonas urbanas vamos a definir estos dos conceptos que en la actualidad van muy de la mano para poder tener mejores condiciones de vida y que debido a varios factores entre ellos el tráfico vehicular es que no se está encontrando un equilibrio de los mismos y a raíz de ello la población boliviana y tarijeña está sufriendo las consecuencias negativas de contaminación ambiental provocada por el crecimiento de tráfico vehicular.

2.4.1. Definición de Medio Ambiente.- Medio ambiente, conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.

¹ http://www.elpaonline.com/noticias/index.php?option=com_content&view=article&id=14189:mas-de-cuarenta-mil-vehiculos-congestionan-la-ciudad-de-tarija&catid=1:local&Itemid=2

El Medio Ambiente es todo aquello que nos rodea y que debemos cuidar para mantener limpia nuestra ciudad, colegio, hogar, etc., en fin todo en donde podamos estar.²

2.4.2. Definición de Zona Urbana.- También llamada “ciudad”. Antiguamente, la ciudad se identificaba como un territorio donde se presentaba una fuerte concentración humana. Ciudad y asentamiento humano eran sinónimos en esta visión que estaba centrada en la manifestación más viable de un fenómeno al que se daba poca relación con los otros aspectos sociales e históricos.

Por un tiempo, la ciudad fue también considerada un centro integrador y dinamizador de un gran proyecto nacional y, más tarde, como el asiento del sistema de dominación que, como tal, engendra un sector de la población que vive en condiciones de marginalidad.

El análisis de la urbanización moderna, como resultado de la revolución industrial, presento nuevos marcos de análisis que, de una manera extremadamente sintética, llevaron a concluir que la ciudad más que un territorio poblado es un espacio de múltiples interrelaciones en las que se expresa un ordenamiento social y cultural.

Las interrelaciones que se encuentran en una ciudad se verifican con una gran complejidad entre los siguientes elementos: sociedad-naturaleza, grupos humanos diversos, estratos sociales y disposición urbana y muchos más. Estas interrelaciones remiten a una infinidad de fenómenos y reclaman una interpretación científica que dé respuesta a interrogantes sociales expresadas en términos políticos, económicos, jurídicos, de gestión y manejo, etc.

Esa interpretación está construyéndose en América Latina a partir del análisis del acelerado proceso de urbanización reciente con una creciente integración entre las problemáticas urbana, rural, económica, política y ambiental. El crecimiento heterogéneo y exógeno de los espacios regionales al interior de los países latinoamericanos, sometido, además, a la dependencia económica, no cambio el atraso de los sectores rurales y ha llevado a la concentración de altos porcentajes de la población en determinadas ciudades-polos de desarrollo que se constituyeron acrecentando la contradicción ciudad-campo. Sin embargo,

² <http://www.monografias.com/trabajos15/medio-ambiente-venezuela/medio-ambiente-venezuela.shtml>

la mayoría de las ciudades latinoamericanas conforman núcleos medianos y pequeños en los que la delimitación territorial entre la ciudad y la zona rural se dificulta.

Esta evolución refuerza la importancia de las relaciones entre un asentamiento urbano y su contexto geográfico, el cual supera el espacio de la llamada periferia y va, cada vez más, dando sentido a la conceptualización de ciudad-región como una unidad concreta que, por otra parte, sustente la necesidad de la descentralización estatal y las posibilidades de un desarrollo auto-concentrado.³

2.4.3. Constituyentes del Medio Ambiente.- La atmósfera, que protege a la Tierra del exceso de radiación ultravioleta y permite la existencia de vida es una mezcla gaseosa de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua, otros elementos y compuestos, y partículas de polvo. Calentada por el Sol y la energía radiante de la Tierra, la atmósfera circula en torno al planeta y modifica las diferencias térmicas. Por lo que se refiere al agua, un 97% se encuentra en los océanos, un 2% es hielo y el 1% restante es el agua dulce de los ríos, los lagos, las aguas subterráneas y la humedad atmosférica y del suelo. El suelo es el delgado manto de materia que sustenta la vida terrestre. Es producto de la interacción del clima y del sustrato rocoso o roca madre, como las morrenas glaciares y las rocas sedimentarias, y de la vegetación. De todos ellos dependen los organismos vivos, incluyendo los seres humanos. Las plantas se sirven del agua, del dióxido de carbono y de la luz solar para convertir materias primas en carbohidratos por medio de la fotosíntesis; la vida animal, a su vez, depende de las plantas en una secuencia de vínculos interconectados conocida como red trófica.

Durante su larga historia, la Tierra ha cambiado lentamente. La deriva continental (resultado de la tectónica de placas) separó las masas continentales, los océanos invadieron tierra firme y se retiraron de ella, y se alzaron y erosionaron montañas, depositando sedimentos a lo largo de las costas. Los climas se caldearon y enfriaron, y aparecieron y desaparecieron formas de vida al cambiar el medio ambiente. El más reciente de los

³“Gestión Ambiental Urbana para universidades de América Latina y El Caribe”, Rafael E. Yunén – Roberto E. Rodríguez – Jose R. Sánchez CEUR/PUCMM, Santiago, Rep. Dominicana. Pág. 51.

acontecimientos medioambientales importantes en la historia de la Tierra se produjo en el cuaternario, durante el pleistoceno (entre 1,64 millones y 10.000 años atrás), llamado también periodo glacial. El clima subtropical desapareció y cambió la faz del hemisferio norte. Grandes capas de hielo avanzaron y se retiraron cuatro veces en América del Norte y tres en Europa, haciendo oscilar el clima de frío a templado, influyendo en la vida vegetal y animal y, en última instancia, dando lugar al clima que hoy conocemos. Nuestra era recibe, indistintamente, los nombres de reciente, postglacial y holoceno. Durante este tiempo el medio ambiente del planeta ha permanecido más o menos estable.

2.4.4. Problemas Medio Ambientales.- La especie *Homo sapiens*, es decir, el ser humano, apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Aunque, al parecer, los humanos hicieron su aparición en África, no tardaron en dispersarse por todo el mundo. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria, con la primera revolución agrícola. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, y la domesticación y pastoreo de animales herbívoros llevó al sobre pastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas originó también la destrucción de la vegetación natural para hacer hueco a las cosechas y la demanda de leña condujo a la denudación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados plagas o depredadores.

Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población y mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra. Fue con la Revolución Industrial cuando los seres humanos empezaron realmente

a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

1. **Dióxido de Carbono**.- Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. La cantidad de CO₂ atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, pero desde 1750 se ha incrementado en un 30% aproximadamente. Lo significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y puede escapar menos, la temperatura global de la Tierra aumenta.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares, cambiaría el clima regional y globalmente, alteraría la vegetación natural y afectaría a las cosechas. Estos cambios, a su vez, tendrían un enorme impacto sobre la civilización humana. En el siglo XX la temperatura media del planeta aumentó 0,6 °C y los científicos prevén que la temperatura media de la Tierra subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100.

2. **Acidificación**.- Asociada también al uso de combustibles fósiles, la acidificación se debe a la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno por las centrales térmicas y por los escapes de los vehículos a motor. Estos productos interactúan con la luz del Sol, la humedad y los oxidantes produciendo ácido sulfúrico y nítrico, que son transportados por la circulación atmosférica y caen a tierra, arrastrados por la lluvia y la nieve en la llamada lluvia ácida, o en forma de depósitos secos, partículas y gases atmosféricos.

La lluvia ácida es un importante problema global. La acidez de algunas precipitaciones en el norte de Estados Unidos y Europa es equivalente a la del

vinagre. La lluvia ácida corroe los metales, desgasta los edificios y monumentos de piedra, daña y mata la vegetación y acidifica lagos, corrientes de agua y suelos, sobre todo en ciertas zonas del noreste de Estados Unidos y el norte de Europa. En estas regiones, la acidificación lacustre ha hecho morir a poblaciones de peces. Hoy también es un problema en el sureste de Estados Unidos y en la zona central del norte de África. La lluvia ácida puede retardar también el crecimiento de los bosques; se asocia al declive de éstos a grandes altitudes tanto en Estados Unidos como en Europa.

3. **Destrucción del Ozono.**- En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo un impacto negativo sobre la capa de ozono, una región de la atmósfera que protege al planeta de los dañinos rayos ultravioleta. Si no existiera esa capa gaseosa, que se encuentra a unos 40 Km. de altitud sobre el nivel del mar, la vida sería imposible sobre nuestro planeta. Los estudios mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos (CFC, compuestos de flúor), que se emplean en refrigeración, aire acondicionado, disolventes de limpieza, materiales de empaquetado y aerosoles. El cloro, un producto químico secundario de los CFC ataca al ozono, que está formado por tres átomos de oxígeno, arrebatándole uno de ellos para formar monóxido de cloro. Éste reacciona a continuación con átomos de oxígeno para formar moléculas de oxígeno, liberando moléculas de cloro que descomponen más moléculas de ozono.

Al principio se creía que la capa de ozono se estaba reduciendo de forma homogénea en todo el planeta. No obstante, posteriores investigaciones revelaron, en 1985, la existencia de un gran agujero centrado sobre la Antártida; un 50% o más del ozono situado sobre esta área desaparecía estacionalmente. En el año 2001 el agujero alcanzó una superficie de 26 millones de kilómetros cuadrados, un tamaño similar al detectado en los tres últimos años. El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico. Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos

sobre el medio ambiente, muchos países intentan aunar esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, los CFC pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará durante décadas.

4. **Hidrocarburos Clorados.**- El uso extensivo de pesticidas sintéticos derivados de los hidrocarburos clorados en el control de plagas ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medio ambiente. Estos pesticidas órgano-clorados son muy persistentes y resistentes a la degradación biológica. Muy poco solubles en agua, se adhieren a los tejidos de las plantas y se acumulan en los suelos, el sustrato del fondo de las corrientes de agua y los estanques, y la atmósfera. Una vez volatilizados, los pesticidas se distribuyen por todo el mundo, contaminando áreas silvestres a gran distancia de las regiones agrícolas, e incluso en las zonas ártica y antártica.

Aunque estos productos químicos sintéticos no existen en la naturaleza, penetran en la cadena alimentaria. Los pesticidas son ingeridos por los herbívoros o penetran directamente a través de la piel de organismos acuáticos como los peces y diversos invertebrados. El pesticida se concentra aún más al pasar de los herbívoros a los carnívoros. Alcanza elevadas concentraciones en los tejidos de los animales que ocupan los eslabones más altos de la cadena alimentaria, como el halcón peregrino, el águila y el quebrantahuesos. Los hidrocarburos clorados interfieren en el metabolismo del calcio de las aves, produciendo un adelgazamiento de las cáscaras de los huevos y el consiguiente fracaso reproductivo. Como resultado de ello, algunas grandes aves depredadoras y piscívoras se encuentran al borde de la extinción. Debido al peligro que los pesticidas representan para la fauna silvestre y para los seres humanos, y debido también a que los insectos han desarrollado resistencia a ellos, el uso de hidrocarburos halogenados como el DDT está disminuyendo con rapidez en todo el mundo occidental, aunque siguen usándose en grandes cantidades en los países en vías de desarrollo. A comienzos de la década de 1980, el EDB o di-bromo-etano, un pesticida halogenado, despertó también gran alarma por su naturaleza en potencia carcinógena, y fue finalmente prohibido.

Existe otro grupo de compuestos íntimamente vinculado al DDT: los bifenilos policlorados (PCB). Se han utilizado durante años en la producción industrial, y han acabado penetrando en el medio ambiente. Su impacto sobre los seres humanos y la vida silvestre ha sido similar al de los pesticidas. Debido a su extremada toxicidad, el uso de PCB ha quedado restringido a los aislantes de los transformadores y condensadores eléctricos.

El TCDD es el más tóxico de otro grupo relacionado de compuestos altamente tóxicos, las dioxinas o dibenzo-*para*-dioxinas. El grado de toxicidad para los seres humanos de estos compuestos carcinógenos no ha sido aún comprobado. El TCDD puede encontrarse en forma de impureza en conservantes para la madera y el papel y en herbicidas. El agente naranja, un defoliante muy utilizado, contiene trazas de dioxina.

5. **Otras sustancias tóxicas.**- Las sustancias tóxicas son productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente. La mayoría de estas sustancias tóxicas son productos químicos sintéticos que penetran en el medio ambiente y persisten en él durante largos periodos de tiempo. En los vertederos de productos químicos se producen concentraciones significativas de sustancias tóxicas. Si éstas se filtran al suelo o al agua, pueden contaminar el suministro de agua, el aire, las cosechas y los animales domésticos, y han sido asociadas a defectos congénitos humanos, abortos y enfermedades orgánicas. A pesar de los riesgos conocidos, el problema no lleva camino de solucionarse. Recientemente, se han fabricado más de 4 millones de productos químicos sintéticos nuevos en un periodo de quince años, y se crean de 500 a 1.000 productos nuevos más al año.
6. **Radiación.**- Aunque las pruebas nucleares atmosféricas han sido prohibidas por la mayoría de los países, lo que ha supuesto la eliminación de una importante fuente de lluvia radiactiva, la radiación nuclear sigue siendo un problema medioambiental. Las centrales siempre liberan pequeñas cantidades de residuos nucleares en el agua y la atmósfera, pero el principal peligro es la posibilidad de que se produzcan accidentes nucleares, que liberan enormes cantidades de radiación al medio

ambiente, como ocurrió en Chernóbil, Ucrania, en 1986. Un problema más grave al que se enfrenta la industria nuclear es el almacenamiento de los residuos nucleares, que conservan su carácter tóxico de 700 a 1 millón de años. La seguridad de un almacenamiento durante periodos geológicos de tiempo es, al menos, problemática; entre tanto, los residuos radiactivos se acumulan, amenazando la integridad del medio ambiente.

7. **Pérdida de tierras vírgenes.**- Un número cada vez mayor de seres humanos empieza a cercar las tierras vírgenes que quedan, incluso en áreas consideradas más o menos a salvo de la explotación. La insaciable demanda de energía ha impuesto la necesidad de explotar el gas y el petróleo de las regiones árticas, poniendo en peligro el delicado equilibrio ecológico de los ecosistemas de tundra y su vida silvestre. La pluvioselva y los bosques tropicales, sobre todo en el Sureste asiático y en la Amazonia, están siendo destruidos a un ritmo alarmante para obtener madera, despejar suelo para pastos y cultivos, para plantaciones de pinos y para asentamientos humanos. En la década de 1980 se llegó a estimar que las masas forestales estaban siendo destruidas a un ritmo de 20 ha por minuto. Otra estimación daba una tasa de destrucción de más de 200.000 km² al año. En 1993, los datos obtenidos vía satélite permitieron determinar un ritmo de destrucción de casi 15.000 km² al año, sólo en la cuenca amazónica. Esta deforestación tropical podría llevar a la extinción de hasta 750.000 especies, lo que representaría la pérdida de toda una multiplicidad de productos: alimentos, fibras, fármacos, tintes, gomas y resinas. Además, la expansión de las tierras de cultivo y de pastoreo para ganado doméstico en África, así como el comercio ilegal de especies amenazadas y productos animales podría representar el fin de los grandes mamíferos africanos.
8. **Erosión del suelo.**- La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y está degradando unos 2.000 millones de hectáreas de tierra de cultivo y de pastoreo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. Cada año la erosión de los suelos y otras formas de degradación de las tierras provocan una pérdida de entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierras cultivables. En el Tercer Mundo, la creciente necesidad de alimentos y leña han tenido como resultado la deforestación y cultivo de laderas con mucha pendiente, lo

que ha producido una severa erosión de las mismas. Para complicar aún más el problema, hay que tener en cuenta la pérdida de tierras de cultivo de primera calidad debido a la industria, los pantanos, la expansión de las ciudades y las carreteras. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reduce además la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.

9. **Demanda de agua y aire.**- Los problemas de erosión descritos más arriba están agravando el creciente problema mundial del abastecimiento de agua. La mayoría de los problemas en este campo se dan en las regiones semiáridas y costeras del mundo. Las poblaciones humanas en expansión requieren sistemas de irrigación y agua para la industria; esto está agotando hasta tal punto los acuíferos subterráneos que empieza a penetrar en ellos agua salada a lo largo de las áreas costeras en Estados Unidos, Israel, Siria, los estados árabes del golfo Pérsico y algunas áreas de los países que bordean el mar Mediterráneo (España, Italia y Grecia principalmente). Algunas de las mayores ciudades del mundo están agotando sus suministros de agua y en metrópolis como Nueva Delhi o México D.F. se está bombeando agua de lugares cada vez más alejados. En áreas tierra adentro, las rocas porosas y los sedimentos se compactan al perder el agua, ocasionando problemas por el progresivo hundimiento de la superficie; este fenómeno es ya un grave problema en Texas, Florida y California.

El mundo experimenta también un progresivo descenso en la calidad y disponibilidad del agua. En el año 2000, 508 millones de personas vivían en 31 países afectados por escasez de agua y, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente 1.100 millones de personas carecían de acceso a agua no contaminada. En muchas regiones, las reservas de agua están contaminadas con productos químicos tóxicos y nitratos. Las enfermedades transmitidas por el agua afectan a un tercio de la humanidad y matan a 10 millones de personas al año.

Durante la década de 1980 y a comienzos de la de 1990, algunos países industrializados mejoraron la calidad de su aire reduciendo la cantidad de partículas

en suspensión así como la de productos químicos tóxicos como el plomo, pero las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos nitrosos, precursores de la deposición ácida, aún son importantes.

2.4.5. Problemas Medioambientales en Zonas Urbanas.- Los problemas ambientales en áreas urbanas y en los alrededores de éstas son fenómenos que derivan del aumento del crecimiento urbano y que se traducen en el deterioro de las condiciones ambientales. El cambio del uso del suelo, y la concentración del uso de recursos naturales, están en el origen de los problemas ambientales.

Como lugar de crecimiento demográfico, actividad comercial e industrial, las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas.

Esta situación es empeorada por el rápido crecimiento demográfico de las urbes. Los daños o costos ambientales resultantes ponen en peligro la futura productividad de las ciudades y la salud y calidad de vida de sus ciudadanos.

Las ciudades se han vuelto las principales “**zonas rojas ambientales**” que requieren urgentemente de atención especial en las evaluaciones ambientales regionales y de proyecto, y en la planificación y administración ambiental a escala regional metropolitana.

Los sistemas y servicios urbanos (por ejemplo: agua potable, saneamiento, transporte público y caminos) se congestionan cada vez más debido al crecimiento demográfico, comercial e industrial, junto con una mala administración urbana.

Los recursos naturales (agua, aire, bosques, minerales, tierra), vitales para el desarrollo económico de las ciudades y de futuras generaciones, se pierden o malgastan mediante políticas urbanas inapropiadas.

Aumenta constantemente el radio de impacto de las ciudades sobre los recursos que se hallan lejos de sus fronteras. Es más, las áreas urbanas se encuentran inundadas por sus

propios desechos y asfixiadas por sus propias emisiones como resultado de políticas y prácticas inadecuadas de control de la contaminación y manejo de los desechos.

Muchos impactos negativos se asocian con las condiciones antes descritas. Los mayores riesgos de salud en muchas ciudades de los países en desarrollo, aún se encuentran ligados al tradicional problema de la eliminación de la excreta.

Al mismo tiempo, existe una creciente preocupación en torno a los riesgos que para la salud representa la modernización debido a los desechos y emisiones tóxicas, traumas (accidentes de tránsito y otros, muertes violentas), y el stress urbano.

La escala espacial de estos impactos va desde el hogar hasta la comunidad entera, el área urbana y en algunos casos, las regiones más allá. Los impactos de mayor preocupación aún se encuentran a menudo a escala doméstica y comunitaria, y se relacionan con las deficiencias de infraestructura y servicios urbanos.

Los habitantes de las urbes, particularmente los pobres, soportan la mayoría de las condiciones del ambiente deteriorado mediante la pérdida de salud y productividad y la disminución de la calidad de vida.

Se elevan los costos de la explotación de los recursos (por ejemplo: el costo de nuevas fuentes de agua potable) a medida que se acaban los recursos económicamente asequibles y de alta calidad.

Las emisiones relacionadas con los problemas ambientales regionales y globales, se generan cada vez en las áreas urbanas o como resultado de la demanda urbana (por ejemplo, la urbanización en sí podría ser un factor principal en la demanda mundial de energía durante la próxima generación).

2.5. CONTAMINACION POR EMISIÓN DE GASES

2.5.1. Contaminación Atmosférica.- Se define como la contaminación de la atmósfera por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, que pueden poner en peligro

la salud de los seres humanos y producir daños en las plantas y los animales, atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

La contaminación atmosférica es uno de los problemas medioambientales que se extiende con mayor rapidez ya que las corrientes atmosféricas pueden transportar el aire contaminado a todos los rincones del globo. La mayor parte de la contaminación atmosférica procede de las emisiones de automóviles y de las centrales térmicas que queman carbón y petróleo con el fin de generar energía para uso industrial y doméstico. El anhídrido carbónico y otros gases nocivos que se liberan en la atmósfera producen efectos nocivos sobre los patrones atmosféricos y afectan a la salud de las personas, animales y plantas.

Cada año, los países industriales generan miles de millones de toneladas de contaminantes. Los contaminantes atmosféricos más frecuentes y más ampliamente dispersos son el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el ozono, el dióxido de carbono o las partículas en suspensión.⁴

2.5.2. Contaminantes Atmosféricos.- un contaminante del aire es cualquier sustancia física (ruido, radiación ionizante), química (gases, partículas en suspensión) o biológicas (virus, bacterias) que se encuentran en el aire y que pueden si estuviera en niveles suficientes, constituir un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.⁵

Dentro de una escala micro-ecológica, es decir donde los problemas ambientales se enmarcan en un espacio local y nacional, haremos distinción de lo que es:

- a) **Contaminación Convencional.**- Originada por la emisión de contaminantes denominados primarios y son aquellas sustancias vertidas directamente a la atmósfera desde las fuentes contaminantes; estas sustancias son emitidas por

⁴ Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

⁵ “Diagnóstico Ambiental de Contaminación Atmosférica”, Ing. Raymundo Choque Sánchez Consultor PNUD, BOL./99/024. Pág. 8

diferentes tipos de fuentes, siendo su naturaleza y composición química muy variada, que pueden originar alteraciones en la calidad del aire. Este tipo de contaminación suele tener un ámbito local limitado al entorno de las fuentes de emisión.

b) Contaminación Fotoquímica.- Los contaminantes primarios dan lugar a otros compuestos de contaminantes fotoquímicos o secundarios, pero no se emiten, sino que se forman por reacción fotoquímica en la atmósfera por radiación solar. Entre los precursores de estos contaminantes están los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (hidrocarburos) emitidos en grandes cantidades a través de los tubos de escape de los vehículos-automóviles, tintorerías, talleres de pintura, ebanisterías, gasolineras y otras actividades que generan o manejan compuestos orgánicos volátiles.

2.5.3. Contaminación por emisión de gases del Parque Automotor.- Los contaminantes más usuales que emite el tráfico son el monóxido de carbono, los óxidos de carbono y los hidrocarburos. En el tránsito pesado, las concentraciones de monóxido de carbono pueden llegar al punto de poner en peligro la salud humana. Los hidrocarburos y óxido de carbono reaccionan con la luz solar produciendo el *smog* que corroe los materiales, irrita los ojos y provoca enfermedades respiratorias y que lamentablemente ya estamos viendo en nuestra ciudad. Los principales culpables de todo esto lo son los vehículos de motor con desgaste y los de motor diesel, que tan a diario transitan por la ciudad, expulsando un humo negro y que muchas veces viene mezclado con partículas de plomo, dióxido de azufre y amianto que liberan al frenar.

En los últimos años se ha producido un crecimiento acelerado del parque automotores la ciudad de Tarja, principalmente en el servicio de transporte público debido al crecimiento demográfico caracterizado por la migración campo ciudad y el transporte particular de sectores sociales con cierto poder económico. En ambos casos el modelo de los vehículos varía con una predominancia de modelos anteriores al año 1997.

2.5.4. Gases emitidos por el Parque Automotor.-

1. **Monóxido de carbono(CO)**: El monóxido de carbono (CO) es un gas inodoro, incoloro e insípido, ligeramente menos denso que el aire, constituido por un átomo de carbono y uno de oxígeno en su estructura molecular.⁶

El monóxido de carbono (CO) es producto de la combustión incompleta de material que contiene carbono y de algunos procesos industriales y biológicos. Un proceso de combustión que produce CO en lugar de CO₂ resulta cuando la cantidad de oxígeno requerida es insuficiente, y depende de la temperatura de flama, tiempo de residencia en la cámara de combustión y turbulencia en la misma.

Estos parámetros se tienen mejor controlados en fuentes estacionarias de combustión que en vehículos automotores. Por ésta razón, aproximadamente el 70 % de las emisiones de CO provienen de fuentes móviles. Las concentraciones horarias de CO a menudo reflejan patrones de tráfico vehicular.

La permanencia media de las moléculas de CO en la atmósfera, es de un mes aproximadamente, antes de oxidarse y convertirse en CO₂.

2. **Hidrocarburos(HC)**: Cualquier compuesto o mezcla de compuestos, sólidos, líquidos o gaseosos que contienen carbono e hidrógeno (por ejemplo el carbón, el aceite crudo o el gas natural). Pueden estar formados por cadenas hidrocarbonadas abiertas (hidrocarburos alifáticos, por ejemplo el propano), o cerradas formando ciclos o anillos (hidrocarburos cíclicos, por ejemplo el ciclohexano). Los hidrocarburos cuyos anillos contienen dobles enlaces conjugados son los hidrocarburos aromáticos como el benceno.

Tanto entre los hidrocarburos como entre sus derivados existen numerosas sustancias de importancia industrial, agrícola, médica y ambiental (combustibles, pesticidas, tóxicos, etc.).⁷

⁶Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México (CIMAT)
<http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnco.htm#co>

Esta clase está hecha de partículas que no fueron partes de la combustión o lo fueron de forma parcial, y es el mayor contribuyente a lo que se conoce como el *smog* de las ciudades, así como es reconocido que es altamente toxico para la salud humana.

3. **Dióxido de carbono(CO₂):** El CO₂ o **Dióxido de Carbono** es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) que debería de estar en una proporción de 350 ppm. (partes por millón) pero está en más de 380ppm. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

A temperatura y presión normal, el **Dióxido de Carbono** es un gas incoloro, no inflamable. Aunque en la atmósfera terrestre es mucho menos abundante que el nitrógeno y el oxígeno, el dióxido de carbono es un ingrediente importante de ésta. Una molécula de dióxido de carbono (**CO₂**) está formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno. El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos.

El aumento del contenido de dióxido de carbono que se está experimentando actualmente es el componente principal del cambio climático global, debemos de dejar de lanzar CO₂ a la atmósfera o el calentamiento de la tierra será irreversible.⁸

4. **Oxígeno (O₂):** El oxígeno es un gas incoloro, elemento inodoro, insípido químico gaseoso que aparece en gran abundancia en la Tierra, atrapado por la atmósfera. Muchas personas están familiarizadas con el oxígeno, porque es un componente vital del proceso de la respiración, sin oxígeno, la mayoría de los organismos se mueren en cuestión de minutos. Una serie de formas de compuestos de oxígeno y el oxígeno se puede encontrar en la naturaleza. El oxígeno también puede ser aislada y

⁷Glosario.net <http://ciencia.glosario.net/ecotropia/hidrocarburos-9340.html>

⁸ TECNOZONO <http://www.tecnozono.com/CO2-dioxido-de-carbono.htm>

se vende en forma pura de una variedad de usos, y fue aislado por primera vez e identificados en 1774.

El número atómico del oxígeno es de ocho, y se identifica por un símbolo O en la tabla periódica de elementos. Además de ser muy ampliamente distribuida en la Tierra, el oxígeno es también el elemento abundante tercer lugar en el universo, y es un catalizador clave en muchas reacciones químicas. La oxidación es una reacción de este tipo, y ocurre cuando el oxígeno se mezcla con otros elementos y compuestos. El oxígeno desempeña también un papel en la combustión.⁹

5. **Opacidad:** Estado en el cual un material impide parcialmente o en su totalidad el paso de un haz de luz. Se expresa en términos de la luz obstruida, a partir del coeficiente de la absorción de la luz; coeficiente de absorción de una columna diferencial de gas de escape a la presión atmosférica y a una temperatura de 70° C, expresado por metro (m⁻¹)¹⁰

2.5.5. **Otros gases emitidos por el Parque Automotor.-**

1. **Óxido de nitrógeno (NOx):** El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un agente sumamente oxidante, soluble en agua, de color café-rojizo, constituido por un átomo de nitrógeno y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular.

Constituye uno de los precursores básicos de la neblina o smog fotoquímico y se distingue a simple vista en las grandes urbes por la coloración café-rojizo.

La formación de NO₂ en la atmósfera resulta de la oxidación del NO generado en los cilindros de los motores de combustión interna por combinación directa de nitrógeno y oxígeno.



⁹ Maxizip.com <http://maxizip.com/2010/10/que-es-el-oxigeno/>

¹⁰ Ley de Medio Ambiente N° 1333 – RMCA Pág. 221

2) formación de dióxido de nitrógeno: $2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NO}_2$

La mayor fuente de emisiones de óxidos de nitrógeno es el uso de combustibles fósiles por fuentes fijas y móviles, aunque también se producen óxidos de nitrógeno durante la fabricación de ácido nítrico, el uso de explosivos, uso de gas L.P. y el proceso de soldadura.

Los óxidos de nitrógeno se generan de manera natural por actividad bacterial, volcánica, y por descargas eléctricas atmosféricas; sin embargo, la cantidad generada es baja en comparación con las emisiones de origen antropogénico.

La permanencia media del dióxido de nitrógeno en la atmósfera es de un día, aproximadamente.¹¹

2. **Dióxido de Azufre (SO₂)**: El dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro de olor característico, constituido por un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular.

El dióxido de azufre se origina por la combustión o proceso de combustibles que contienen azufre (diesel y combustóleo principalmente) y la fundición de minerales ricos en sulfatos. Se genera principalmente por la industria (incluyendo las termoeléctricas), seguido de los vehículos automotores.

Los compuestos que contienen azufre están presentes en la atmósfera natural no contaminada. Estas sustancias provienen de la descomposición bacteriana de la materia orgánica, de los gases volcánicos y otras fuentes. Sin embargo, su contribución en el balance total de SO₂ resulta muy pequeña en comparación con las producidas en los centros urbanos e industriales como resultado de las actividades humanas.

¹¹ Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (CIMAT)
<http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnno2.htm>

La permanencia media de SO₂ en la atmósfera es de algunos días, y depende de la rapidez con la cual se convierta en ácido sulfúrico (H₂SO₄) por absorción de humedad (H₂O) y en partículas de sulfatos por acción de la radiación solar.

Las concentraciones altas de SO₂, se registran en un radio menor a 20 Km. de la fuente de emisión.¹²

3. **Hollín (mg./l.):** Se llama **hollín** a las partículas sólidas de tamaño muy pequeño en su mayoría compuestas de carbono impuro, pulverizado, y generalmente de colores oscuros más bien negruzcos resultantes de la combustión incompleta de un material (madera, carbón, etc). Su aspecto es similar a la ceniza pero con un tono más negro.

Cuando proviene del quemado del combustible diésel, puede contener absorbidos hidrocarburos, compuestos principalmente por lubricantes y combustible sin quemar. Además puede contener otros sólidos como óxidos y sulfatos.¹³

2.6. CONTAMINACION AUDITIVA

2.6.1. Definición.- Desde hace años el ruido se ha convertido en un factor contaminante constante en la mayoría de las ciudades, suponiendo en la actualidad un grave problema con efectos fisiológicos, psicológicos, económicos y sociales. El principal causante de la contaminación acústica es la actividad humana. El ruido ha existido desde la antigüedad, pero es a partir del siglo pasado, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer el problema de la contaminación acústica urbana.¹⁴

Las causas fundamentales de la contaminación acústica son, entre otras, el aumento considerable del parque automotor, el hecho de que las ciudades no habían sido concebidas para soportar los medios de transporte, las actividades industriales, las obras públicas y la

¹² Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (CIMAT)
<http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnso2.htm>

¹³ Enciclopedia Wikipedia <http://es.wikipedia.org/wiki/Holl%C3%ADn>

¹⁴ Buenas Tareas <http://www.buenastareas.com/ensayos/Contaminacion-Auditiva/261170.html>

construcción, los servicios de limpieza y de recogida de basura, sirenas y alarmas, así como las actividades lúdicas y recreativas, y entre ellas, la creciente proliferación de embotellamientos en el área urbana.

2.6.2. SONIDO.- El sonido es una variación de la presión en el aire que puede ser detectada por el oído humano. Para que exista el sonido debe haber una fuente emisora, un medio de propagación y un receptor capaz de percibir el mismo.¹⁵

2.6.3. RUIDO.- El ruido se define como cualquier sonido calificado, por quien lo sufre, como algo molesto, indeseable e irritante. A su vez, se define la contaminación acústica como aquella que se genera por un sonido no deseado, que afecta negativamente a la calidad de vida y sobre todo, a aquellos individuos que desarrollan actividades industriales y a los que usan con bastante frecuencia determinados vehículos para poder desplazarse.¹⁶

2.6.3.1. Características del Ruido.- Las diferencias del ruido en relación a otros contaminantes son:

- Su producción es la más barata y su emisión requiere muy poca energía.

Su medición y cuantificación es compleja.

- No genera residuos, no produce un efecto acumulativo en el medio aunque sí puede producirlo en el hombre.
- Su radio de acción es inferior al de otros contaminantes.
- No se propaga mediante los sistemas naturales como sería el caso del aire contaminado que se mueve por la acción del viento.

¹⁵ VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIA 2008 Buenos Aires – Argentina.

¹⁶ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Contaminacion-Auditiva/261170.html>

- Se percibe por el único sentido del oído, esto hace que su efecto sea subestimado. A diferencia del ruido, la contaminación del agua se percibe por su aspecto, olor y sabor.

2.6.3.2. Agentes Implicados.- Las causas fundamentales de la contaminación acústica son, entre otras, el aumento espectacular del parque automotor, el hecho de que las ciudades no habían sido concebidas para soportar los medios de transporte, las actividades industriales, las obras públicas y la construcción, los servicios de limpieza y de recogida de basura, sirenas y alarmas, así como las actividades lúdicas y recreativas.

2.6.3.3. Ruido Urbano.-

a) Automóviles.- El ruido del tráfico perturba las distintas actividades, interfiriendo con la comunicación hablada, perturbando el sueño, el descanso, la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje y lo que es más grave, creando estados de tensión y cansancio que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular. Una buena planificación urbana debe proveer unas buenas comunicaciones con un mínimo impacto por ruido.

Esa labor sólo puede ser realizada a través de dos caminos paralelos:

- Un diseño medioambiental óptimo de las vías de comunicación.
- Una planificación compatible del uso del suelo alrededor de las vías.

El nivel sonoro continuo aumenta con:

- La velocidad del tráfico.
- La intensidad del mismo.
- El porcentaje de vehículos comerciales.
- La longitud de carretera vista.

Y disminuye con:

- La presencia de obstáculos en la trayectoria de propagación.

- La cobertura vegetal del terreno.
- La fluidez del tráfico.

b) **Aviones.**- El impacto de las aeronaves, en toda su variedad, no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta también, en mayor o menor medida, a una gran parte de las zonas urbanas y rurales de todos los países del mundo. Tal es el caso de nuestra ciudad que se encuentra ubicada muy próxima al aeropuerto internacional Oriel Lea Plaza; donde las aeronaves para realizar su ingreso a dicho aeropuerto atraviesan la ciudad en su maniobra final de aterrizaje lo cual emite un gran ruido perjudicial a la población.

c) **Otras Fuentes Sonoras.**- En todas las ciudades existen también otras fuentes sonoras que poseen un carácter singular y esporádico, aunque, por desgracia, su presencia se deja sentir en algunas ocasiones con excesiva frecuencia; éste es el caso de las sirenas de los coches de policía, bomberos y ambulancias o de las señales acústicas de los sistemas de seguridad que poseen los vehículos que se encuentran estacionados en las calles del centro de la ciudad.

El ruido aparenta ser uno de los agentes contaminantes más inofensivos, ya que, es percibido fundamentalmente por un solo sentido, el oído, y ocasionalmente cuando aparecen grandes niveles de presión sonora, por el tacto. Sus efectos son mediatos y acumulativos

2.7. TRASTORNOS Y ENFERMEDADES CAUSADOS POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA A LA SALUD

Las afecciones causadas por la contaminación atmosférica estarán dadas principalmente por el parque automotor concentrado en el casco viejo de la ciudad así mismo por el conjunto de ruidos que se generan en esta área a la cual toda la ciudadanía tiene acceso en algún momento del día dado que es el centro de la ciudad y donde se concentran todos los servicios, oficinas públicas y privadas, centros de educación, centros de abastecimiento como mercados, centros comerciales, entidades financieras, etc.

2.7.1. Efectos y Enfermedades provocadas por las emisiones del Parque Automotor.-

En el siguiente cuadro podemos observar algunos de los efectos de los gases emitidos por el parque automotor.

Tabla 2.1.Efectos de los Gases emitidos por el parque Automotor.

Contaminante	Efecto observado
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	Disminución en la capacidad de realizar un ejercicio máximo en un corto tiempo en individuos jóvenes saludables
	Disminución en la duración de ejercicio, debido a dolor en el pecho (angina), en pacientes con enfermedades al corazón.
	Disminución del consumo máximo de oxígeno y tiempo para realizar ejercicio, en individuos jóvenes saludables durante ejercicio fuerte.
	Disminución en la percepción visual y auditiva. Pérdida de la capacidad sensorial, motora y de vigilancia.
	Disminución en el consumo máximo de oxígeno durante el ejercicio fuerte, en individuos jóvenes saludables.
	Dolor de cabeza, decaimiento.
	Mareo, náusea, debilidad.
	Confusión, colapso durante el ejercicio
	Pérdida de conciencia y muerte si la exposición continúa.
MATERIAL PARTICULADO	Muerte.
	Disminución capacidad respiratoria
	Aumento de enfermedades respiratorias en ancianos y niños
	Afecta a toda la población
ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx)	Aumento de mortalidad en adulto mayor y enfermos
	Individuos normales: Incremento de la resistencia de las vías aéreas, aumento de la hiperreactividad bronquial.

	Individuos normales: Incremento de la resistencia de las vías aéreas.
	Individuos con bronquitis crónica: Incremento de la resistencia de las vías aéreas

FUENTE: www.cepis.ops_oms.org

En cuanto a las enfermedades podemos mencionar que:

- **El Monóxido de Carbono;** es venenoso. A dosis reducidas produce dolores de cabeza, mareos, disminución de la concentración y del rendimiento.
- **Los Óxidos de Nitrógeno y Azufre;** tienen graves efectos sobre las personas que padecen asma bronquial, cuyos ataques empeoran cuanto mayor es la contaminación, pues además estas sustancias irritan las vías respiratorias.
- **El Benceno;** esta entre los compuestos orgánicos volátiles, que puede provocar cáncer, al igual que el amianto, aunque su efecto sólo está claramente establecido a dosis más altas que las debidas al tráfico.
- **Las Macropartículas;** son partículas sólidas y líquidas muy pequeñas que incluyen el **Humo Negro** producido sobre todo por los motores diesel y se asocian a una amplia gama de patologías, entre ellas las enfermedades cardíacas y pulmonares.
- **El Plomo;** dificulta el desarrollo intelectual de los niños.

2.7.2. El Asma provocado por el Tráfico Vehicular.- Una enfermedad de mayor incidencia y que se ha corroborado es **El Asma** y cuadros asmáticos, ahora un nuevo estudio suizo lo corrobora y apunta en especial a las **emisiones contaminantes del tráfico**

vehicular como uno de los factores que no sólo potencian esta enfermedad sino que también la desencadenan, tanto en los niños como en los adultos.

Los resultados de esta investigación salieron publicados en la revista *Thorax*, y sugieren además una vinculación entre el asma que se desarrolla durante la etapa adulta y los contaminantes ambientales, en específico, los provenientes de los vehículos.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Basilea, en Suiza, observaron **la relación existente entre la contaminación del aire producida por el tráfico vehicular y el asma en un total de 2.725 adultos de dicho país**. Estas personas eran sanas y nunca habían fumado.

Transcurridos unos 11 años de seguimiento, se encontró que 41 de estos participantes habían desarrollado asma. Se halló que aquéllos adultos que estaban más expuestos a las partículas del tráfico tenían a su vez **“entre un 50 y un 100 por ciento más de riesgo”** de desarrollar asma, comparado con quienes vivían en zonas más puras y con niveles de contaminantes ligados al tráfico vehicular menores.

Esta Relación se mantuvo aun cuando los expertos consideraron otros factores posibles ligados al asma, como la exposición a aire contaminado en el lugar de trabajo, el tabaquismo pasivo, los antecedentes familiares de asma o alergias, entre otros.

Estos resultados sugieren que **“los contaminantes tóxicos que se originan por el tráfico vehicular juegan un papel clave en el desarrollo de asma adulto”** según afirmó Nino Kuenzli, participante del estudio suizo.¹⁷

2.7.3. Emisiones de Tráfico Vehicular reducen Crecimiento de niños en Gestación.-

Las **emisiones del Tráfico Vehicular** no sólo reducen nuestra calidad de vida, la salud y perjudican al planeta sino que también **reducirían el crecimiento de un bebé cuando está en pleno proceso de gestación**, según los resultados de un estudio español realizado por el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental, en Barcelona.

Los fetos de las mujeres que viven y gestan su bebé en un entorno de alto tráfico vehicular pesan unos 81, 6 gramos menos de lo habitual entre las semanas 20 y 32 del embarazo. Pero además, en este trabajo que se efectuó sobre unas **500 mujeres** en

¹⁷ <http://bo.globedia.com/contaminantes-trafico-vehicular-ligados-asma-adultos-estudio>

Sabadell, se halló que los perímetros craneal y abdominal de los bebés también eran inferiores.

Estos resultados se registraron en aquellas féminas que vivían en zonas de mayor circulación de vehículos y, por lo tanto, con mayor exposición a niveles altos de dióxido de nitrógeno (NO₂).

El estudio halló que por cada incremento de 10 microgramos por metro cúbico en la exposición al NO₂ el crecimiento del perímetro del cráneo era de hasta 6, 24 mm inferior en comparación con los bebés de zonas más salubres ambientalmente, entre las semanas 12 y 20 de gestación.

Pero además, se observó una reducción de hasta 6, 37 milímetros en el crecimiento del perímetro abdominal y de 2, 16 milímetros en el del diámetro biparietal (distancia entre ambas sienes). Más allá de estos resultados, la investigadora Inma Aguilera matizó con que “de momento” el efecto negativo de la contaminación que se halló sobre el crecimiento fetal es “pequeño”.

Como bien se dijo la concentración media de NO₂ en Sabadell durante este período estudiado fue de 51 microgramos por metro cúbico, no obstante, bastante menor al de otras urbes como Barcelona o la misma capital, Madrid, que presentan concentraciones mayores. Este retraso en el crecimiento intrauterino es una respuesta a un ambiente prenatal adverso y se vincula con problemas de crecimiento durante la infancia, así como a un riesgo mayor de sufrir enfermedades cardiovasculares y síndrome metabólico en la edad adulta.¹⁸

2.7.4. Efectos del ruido sobre la salud

2.7.4.1. Efectos auditivos.- El sistema auditivo se resiente ante una exposición prolongada a la fuente de un ruido, aunque esta sea de bajo nivel.

El déficit auditivo provocado por el ruido ambiental se llama **socioacusia**.

Una persona cuando se expone de forma prolongada a un nivel de ruido excesivo, nota un silbido en el oído, ésta es una señal de alarma. Inicialmente, los daños producidos por una exposición prolongada no son permanentes, sobre los 10 días desaparecen. Sin embargo, si

¹⁸ <http://bo.globedia.com/trafico-vehicular-tambien-reduciria-crecimiento-bebe-gestacion>

la exposición a la fuente de ruido no cesa, las lesiones serán definitivas. La sordera irá creciendo hasta que se pierda totalmente la audición.

No sólo el ruido prolongado es perjudicial, un sonido repentino de 160dB(A), como el de una explosión o un disparo, pueden llegar a perforar el tímpano o causar otras lesiones irreversibles.

Citando puntualmente las afecciones auditivas que produce el ruido tenemos:

a) **Desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS:Temporary threshold shift).**- Consiste en una elevación del umbral producida por la presencia de un ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período, siempre y cuando no se repita la exposición al mismo. Se produce habitualmente durante la primera hora de exposición al ruido.

b) **Desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS:Permanent threshold shift).**- Es el mismo efecto TTS pero agravado por el paso del tiempo y la exposición al ruido. Cuando alguien se somete a numerosos TTS y durante largos períodos (varios años), la recuperación del umbral va siendo cada vez más lenta y dificultosa, hasta volverse irreversible.

El desplazamiento permanente del umbral de audición está directamente vinculado con la **presbiacucia** (pérdida de la sensibilidad auditiva debida a los efectos de la edad).

La sordera producida por el desplazamiento permanente del umbral de audición afecta a ambos oídos y con idéntica intensidad.

c) **Interferencia en la Comunicación Oral.**- La inteligibilidad de la comunicación se reduce debido al ruido de fondo. El oído es un transductor y no discrimina entre fuentes de ruido, la separación e identificación de las fuentes sonoras se da en el cerebro. Como ya es sabido, la voz humana produce sonido en el rango de 100 a 10000Hz, pero la información verbal se encuentra en el rango de los 200 a 6000Hz. La banda de frecuencia determinada para la inteligibilidad de la palabra, es decir

entender palabra y frase, esta entre 500 y 2500 Hz. La interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamados de advertencia u otras indicaciones. En oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una importante fuente de molestias.

2.7.4.2. Efectos no auditivos.-La contaminación acústica, además de afectar al oído puede provocar efectos psicológicos negativos y otros efectos fisiopatológicos. Por supuesto, el ruido y sus efectos negativos no auditivos sobre el comportamiento y la salud mental y física dependen de las características personales, al parecer el estrés generado por el ruido se modula en función de cada individuo y de cada situación.

a) Efectos Psicopatológicos.-

➤ A más de 60 dBa.:

- Dilatación de las pupilas y parpadeo acelerado.
- Agitación respiratoria, aceleración del pulso y taquicardias.
- Aumento de la presión arterial y dolor de cabeza.
- Menor irrigación sanguínea y mayor actividad muscular. Los músculos se ponen tensos y dolorosos, sobre todo los del cuello y espalda.

➤ A más de 85 dBa.:

- Aumento de la secreción gástrica, gastritis o colitis.
- Aumento del colesterol y de los triglicéridos, con el consiguiente riesgo cardiovascular. En enfermos con problemas cardiovasculares, arteriosclerosis o problemas coronarios, los ruidos fuertes y súbitos pueden llegar a causar hasta un infarto.
- Aumenta la glucosa en sangre. En los enfermos de diabetes, la elevación de la glucemia de manera continuada puede ocasionar complicaciones médicas a largo plazo.

b) Efectos Psicológicos.

- Insomnio y dificultad para conciliar el sueño.
- Fatiga.
- Estrés (por el aumento de las hormonas relacionadas con el estrés como la adrenalina). Depresión y ansiedad.
- Irritabilidad y agresividad.
- Histeria y neurosis.
- Aislamiento social.
- Falta de deseo sexual o inhibición sexual.

Todos los efectos psicológicos están íntimamente relacionados, por ejemplo:

- El aislamiento conduce a la depresión.
- El insomnio produce fatiga. La fatiga, falta de concentración. La falta de concentración a la poca productividad y la falta de productividad al estrés.

c) Efectos no Auditivos.

- **Efectos sobre el sueño;** El ruido produce dificultades para conciliar el sueño y despierta a quienes están dormidos. El sueño es una actividad que ocupa un tercio de nuestras vidas y nos permite descansar, ordenar y proyectar nuestro consciente. El sueño está constituido por dos tipos: el sueño clásico profundo (No REM (etapa de sueño profundo), el que a su vez se divide en cuatro fases distintas), y por otro lado está el sueño paradójico (REM). Se ha demostrado que sonidos del orden de aproximadamente 60 dBA, reducen la profundidad del sueño, acrecentándose dicha disminución a medida que crece la amplitud de la banda de frecuencias, las cuales pueden despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre y de la naturaleza del ruido. Es importante tener en cuenta que estímulos débiles sorpresivos también pueden perturbar el sueño.

- **Efectos sobre la Conducta;** El ruido produce alteraciones en la conducta momentáneas, las cuales consisten en agresividad o mostrar un individuo con un mayor grado de desinterés o irritabilidad. Estas alteraciones, que generalmente son pasajeras se producen a consecuencia de un ruido que provoca inquietud, inseguridad o miedo en algunos casos.
- **Efectos en la Memoria;** En aquellas tareas en donde se utiliza la memoria se ha demostrado que existe un mayor rendimiento en aquellos individuos que no están sometidos al ruido, debido a que este produce crecimiento en la activación del sujeto y esto en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, produce una sobre activación traducida en el descenso del rendimiento. El ruido hace que la articulación en una tarea de repaso sea más lenta, especialmente cuando se tratan palabras desconocidas o de mayor longitud, es decir, en condiciones de ruido, el individuo se desgasta psicológicamente para mantener su nivel de rendimiento.
- **Efectos en la Atención;** El ruido hace que la atención no se localice en una actividad específica, haciendo que esta se pierda en otros. Perdiendo así la concentración de la actividad.
- **Efectos en el Embarazo;** Se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde comienzos de su embarazo en zonas muy ruidosas, tienen niños que no sufren alteraciones, pero si la exposición ocurre después de los 5 meses de gestación, después del parto los niños no soportan el ruido, lloran cuando lo sienten, y al nacer tienen un tamaño inferior al normal.
- **Efectos sobre los Niños;** El ruido repercute negativamente sobre el aprendizaje y la salud de los niños. Cuando los niños son educados en ambientes ruidosos, éstos pierden su capacidad de atender señales acústicas, sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar, así como un retraso en el aprendizaje de la lectura y la comunicación verbal. Todos estos factores favorecen el aislamiento del niño, haciéndolo poco sociable.

CAPÍTULO III

CRITERIOS TÉCNICOS Y CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO Y CONTAMINANTES

3.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo vamos a definir de manera sistemática criterios técnicos, criterios metodológicos e información básica que son de mucha utilidad para iniciar el estudio de evaluación aplicado a nuestra área de estudio. Así también se propone un plan de trabajo para el desarrollo del presente estudio que está comprendido en cinco fases, de igual manera hacemos una descripción del equipo utilizado tanto normalizado como no normalizado desarrollo de nuestro estudio.

También cabe mencionar que al final del capítulo hacemos una caracterización de las variables a ser evaluadas en este estudio, en lo que refiere a las características específicas de cada uno, sus límites permisibles y todos los detalles que conciernen a cada uno.

3.2. CRITERIOS TÉCNICOS

3.2.1. Área de Estudio.-

- **La determinación del área de estudio;** está basado en conceptos de urbanismo en los que definen al “casco viejo” o “casco antiguo” como al núcleo histórico y monumental de las ciudades europeas anterior a los ensanches del siglo XIX y principios del XX.¹

Es así que de acuerdo a este concepto en nuestra ciudad se ha definido al “casco viejo” a los barrios más tradicionales de la ciudad es decir: El Molino, San Roque, Las Panosas y La Pampa, los cuales que por su antigüedad son los primeros distritos según el Plan de Ordenamiento Urbano del gobierno municipal de la ciudad de Tarija, es decir Distrito 1, Distrito 2, Distrito 3 y Distrito 4 respectivamente, de tal

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Casco_antiguo

manera que nuestra área de estudio justamente es parte de cada uno de estos distritos.

Dichos distritos hasta el censo de 2001 del INE representan una cifra considerable de población que habita en la zona; claro está que al ser la zona central; concentra el comercio, la administración pública, entidades financieras, centros educativos, etc., debido a esta centralización la población en el área de estudio se incrementa considerablemente separadamente de la población que habita la zona, más aun en las horas pico de circulación del tráfico vehicular; donde el transporte público y privado genera puntos de congestionamiento.

Es así que debido a estos factores es que se define el área de estudio para el desarrollo del presente trabajo.

Tabla 3.1. Ciudad de Tarija: Distritos y Barrios

DISTRITO	BARRIO	POBLACION	VIVIENDAS	TAMAÑO PROMEDIO DEL HOGAR	NUMERO DE FAMILIAS ESTIMADAS
1	MOLINO	3.804	902	4,2	761
2	SAN ROQUE	7.074	1.735	4,1	1.415
3	LAS PANOSAS	6.083	1.471	4,1	1.217
4	LA PAMPA	6.441	1.626	4,0	1.288

Fuente: INE 2001

- **La delimitación del área de estudio;** fue realizada en función a la observación de avenidas y calles principales que de cierta manera sirven para poder descongestionar el centro de la ciudad de tal modo que se ha definido cuatro vías que delimitan el área de estudio:
 - Al Nor-Este Calle Juan Misael Saracho
 - Al Nor-Oeste calle Cochabamba.
 - Al Sur-Este Av. Las Américas.
 - Al Sur-Oeste Calle O'connor.

- **En cuanto a la identificación de las intersecciones con mayor tráfico vehicular;** para poder identificar las intersecciones con mayor tráfico vehicular dentro del área de estudio se ha recurrido a la experiencia vivida a diario, pues si se observa en el centro de la ciudad en las horas pico de mayor tráfico vehicular es que en la mayoría de las intersecciones se da un congestionamiento debido al alto volumen de vehículos, pero para poder comprender mejor lo que es una intersección recurrimos al concepto.

Intersección; es la confluencia de varias vías, por las que el tráfico se mueve en diversas direcciones. Las intersecciones de mucho movimiento están reguladas por un "semáforo", pero no CONTROLADAS. Los que controlan son los conductores. El semáforo regula el paso de los vehículos por las diferentes vías, pero no se puede impedir que los conductores se equivoquen por distracción, o bien, que cometan infracciones a causa de la impaciencia o la temeridad. Las intersecciones pueden estar reguladas no sólo por un semáforo sino por una señal fija (placa) de "Alto" o "Ceda", o por una autoridad. El orden de prioridades en la regulación de una esquina o intersección es el siguiente:

- ✓ Lo que disponga la autoridad cuando está dirigiendo el tránsito. Si no hay autoridad la regulación estará a cargo del semáforo. Si éste estuviere dañado, la intersección está regulada por la señal de "Alto" y "Ceda".
- ✓ Si no hubiere ninguna señal, la avenida tiene más derecho que la calle.
- ✓ Así, los vehículos que circulan por avenida tienen prioridad de paso en la intersección. Fuera de la ciudad, tiene prioridad de paso el vehículo que circula por la "vía principal".
- ✓ Si fueran de igual importancia, tiene prioridad de paso en la intersección el vehículo que sale a la derecha.²

Es así que teniendo claro lo que es una intersección y teniendo en cuenta las prioridades que en ella rigen hemos definido 20 intersecciones, las cuales distribuidas en toda el área de estudio nos van a arrojar datos de tráfico para el presente trabajo, debemos aclarar que estas intersecciones escogidas representan a toda el área de estudio para poder llegar a hacer nuestra evaluación, claro está que se

² <http://www.costaricaweb.com/general/intersecciones.htm>

aplicarán los conocimientos de ingeniería de tráfico para la obtención de dichos datos.

3.2.2. Atributos Factor Aire.- Dentro de la Ley del Medio Ambiente N° 1333 se tiene como medio de evaluación ambiental la ficha ambiental, la cual posee una Matriz de Evaluación de Impactos, dicha matriz toma en cuenta factores ambientales como:

- Aire.
- Agua.
- Suelo.
- Ecología.
- Ruido.
- Socio Economía.

De los cuales para el presente trabajo tomaremos en cuenta dos de ellos, el Factor Aire y el Factor Ruido. Cada uno de estos factores contiene atributos ambientales, que citamos a continuación:

- **Factor Aire:**
 - ✓ Factor de Dispersión.
 - ✓ Partículas Suspendidas.
 - ✓ Óxidos de Azufre.
 - ✓ Óxidos de Nitrógeno.
 - ✓ Monóxido de Carbono.
 - ✓ Oxidantes Fotoquímicos.
 - ✓ Tóxicos Peligrosos.
 - ✓ Olor.
- **Factor Ruido:**
 - ✓ Efectos Fisiológicos.
 - ✓ Comunicación.

- ✓ Rendimiento Laboral.
- ✓ Comportamiento Social.

En este estudio de evaluación de los atributos mencionados tomaremos en cuenta los siguientes:

FACTOR AIRE:

- **Monóxido de Carbono.**
- **Oxidantes Fotoquímicos (Hidrocarburos)**
- **Dióxido de Carbono.**
- **Partículas Suspendidas (Opacidad).**

FACTOR RUIDO:

- **Efectos Fisiológicos.**
- **Comportamiento Social (Efectos Psicológicos).**
- **Comunicación.**

Dichos atributos son los que van a ser evaluados a partir de la toma de muestras como lo es el aforo de tráfico vehicular y la medición de emisión de gases del parque automotor, para poder realizar la evaluación al crecimiento del tráfico vehicular en su factor atmosférico. Si bien los factores Aire y Ruido son independientes en el presente estudio se los toma en cuenta de igual grado de importancia dado que ambos forman parte del factor atmosférico al momento de realizar nuestra evaluación.

3.2.3. Recolección de Datos.

- **Aforo de Intersecciones;** Los aforos en intersecciones son aforos que se realizan para obtener los volúmenes del tráfico correspondientes a los diferentes movimientos permitidos en dicho nudo. Tradicionalmente, éstos se realizan de

forma manual, puesto que un detector automático fijo como las espiras no puede distinguir la trayectoria del vehículo dentro de la intersección, aunque técnicas como el procesamiento digital de imágenes han permitido desarrollar sistemas de conteo automático para estos casos. Estos aforos tienen una duración no superior a las 16 horas (en zona urbana).

El objetivo que se persigue es el análisis de los movimientos para poder estudiarlos individualmente, ya que puede suceder que sólo uno de los movimientos sea el causante de los problemas del tráfico que se dan en el nudo y, por tanto, se deba mejorar el elemento para que canalice y distribuya mejor el tráfico asociado.³

Método Manual de Aforo; consiste en el llenado de planillas elaboradas de acuerdo al tipo de datos a recabar en la vía, a cargo de una o varias personas. Los tipos de datos pueden ser:

- Composición vehicular
- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

El tiempo de aforo pueden ser periodos de una hora o menos, un día, un mes o un año.⁴

Basados en el concepto de aforo de intersecciones y el método de aforo es que se procede a la aplicación de estos criterios en las 20 intersecciones escogidas dentro de nuestra área de estudio, en las horas pico, para la obtención de volumen de tráfico.

- **Obtención de Niveles de Ruido;** de acuerdo a las recomendaciones técnicas que sugiere el modelo matemático CRTN (Calculation of Road Traffic Noise) para la predicción de niveles de ruido, que fue desarrollado en el año 1975 por el departamento de medio ambiente de la Gran Bretaña. El método está basado en trabajos realizados por el establecimiento de investigaciones sobre edificaciones, el laboratorio nacional de física y el laboratorio de investigaciones sobre transporte y

³ http://www.wikivia.org/wikivia/index.php/Aforo_en_intersecciones

⁴ “Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la asignatura de Ingeniería de Tráfico” Juan Tapia-Romel Veizaga, UMSS, Cochabamba-Bolivia. Pág. 67

vías, con la asistencia de la firma consultora R. Travers Morgan and Partners. Esta metodología suministra una guía apropiada para el cálculo de ruido en vías actuales o futuras a partir de los volúmenes de tráfico y de las características físicas de la vía.⁵

Este modelo matemático recomienda que se deba de ubicar el Sonómetro a 1.2 m. sobre el nivel de la vía y a 1 m. de la fachada existente.

De acuerdo a este criterio es que procedimos a las mediciones con el Sonómetro Extech 407750, tomando cinco lecturas por intersección en un intervalo de una hora, es decir cada hora pico en el día: 7:30 a 8:30; 12:30 a 13:30 y 18:30 a 19:30. Dichas muestras creemos que son suficientes para poder tener un muestreo y un parámetro de como el ruido se presenta en las intersecciones para su posterior evaluación en función a parámetros permisibles de acuerdo a normas, reglamentos y leyes.

- **Medición de la Emisión de Gases de los vehículos;** para tal efecto se tomó como referencia el desarrollo metodológico de las Campañas de Aire Limpio que impulsa desde el año 2003 la ONG Swisscontact; fundación política y confesionalmente independiente, fundada en el año 1959 por personalidades de la empresa privada y universidades suizas. Contamos con 300 colaboradores(as) en Suiza y en el extranjero que están comprometidos(as) con nuestra labor institucional. Swisscontact está reconocida por la ZEWO (organismo supervisor de ONGs en Suiza) como institución de utilidad pública por lo que está exento del pago de impuestos.⁶

El procedimiento va de la siguiente manera:⁷

- **Vehículos a Gasolina, GNV Y GLP:** Con el motor encendido y la caja de velocidades en neutro:

⁵ “Modelación Matemática del Ruido producido por el tráfico en seis puntos ubicados en la ciudad de Pereira” Mario Duque-Eliecer Ladino, Universidad Nal. de Colombia-Sede Manizales, 2007, Pág. 16

⁶ Swisscontact –Bolivia: <http://www.swisscontact.bo/swisscontact.php>

⁷ “Semanas de Aire Limpio” Bolivia, Marzo-2004, Pág. 6

- ✓ Se realiza una verificación del estado de escape, de estar en mal estado se recomienda al conductor repararlo y no se lleva a cabo la medición. De estar en buen estado el escape se procede con la medición.
- ✓ Como el motor esta encendido y la caja en neutro se pide al conductor acelere a 1000 rpm.; introducimos la sonda de medición en el escape.
- ✓ Una vez introducida la sonda en el escape del vehículo esperamos 30 segundos para que se estabilicen los valores que va marcando el software destinado para la medición.
- ✓ Una vez estabilizados los valores se procede a la anotación de los valores en una boleta que será extendida al conductor.
De haber aprobado el vehículo, es decir entrado en los límites permisibles de emisión, junto a la boleta de datos se extiende una roseta de la semana de aire limpio de la gestión en que se realiza como señal que el motorizado se ha sometido a la prueba y a aprobado.
- ✓ Este procedimiento dura entre 3 a 4 minutos por vehículo.

➤ **Vehículos a Diesel:** Con el motor encendido y la caja de velocidades en neutro:

- ✓ Primeramente hacemos una verificación visual de los gases de escape.
- ✓ Al realizar esta verificación se observa un humo negro y constante no se realiza la prueba y se reprueba el vehículo.
- ✓ Cuando a la inspección visual el humo es relativamente oscuro se procede a la verificación del estado del escape.
- ✓ Si el escape está roto o deteriorado también se rechaza el motorizado y no se realiza la prueba.

- ✓ Al estar el escape sano se procede a la prueba, se pide al conductor que realice una serie de tres aceleraciones para la limpieza del sistema de escape.
 - ✓ Luego se introduce la sonda del opacímetro al escape del motorizado; se pide al conductor acelere a fondo una sola vez.
 - ✓ Se realiza la medición con el software apropiado, registrando el valor más alto, este valor se anota en la boleta de datos que se extenderá al conductor indicando si aprobó o reprobó el vehículo, boleta en la cual también se encuentran los límites permisibles de porcentaje de Opacidad.
 - ✓ Terminada la prueba si el motorizado aprobó se le extiende al conductor junto a la boleta una roseta de la semana de aire limpio de la gestión en que se realiza como señal que el motorizado se ha sometido a la revisión. De no aprobar solo se extiende la boleta con las recomendaciones para el mantenimiento de su vehículo.
 - ✓ Esta prueba llega a durar entre 5 y 7 minutos por motorizado.
- **Recolección de Datos Climatológicos;** las condiciones climatológicas se constituyen en un factor importante en la cinética química de los contaminantes atmosféricos así como en el transporte y dispersión de contaminantes. Al respecto en la jurisdicción municipal el clima es variado y se monitorea a través de cinco estaciones meteorológicas instaladas en la provincia Cercado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI):
 - Estación Aeropuerto.
 - Estación El Tejar.
 - Estación Turumayo.
 - Estación San Andrés.
 - Estación Yesera Norte.

Entre los factores más importantes que pueden inducir a la formación de contaminantes fotoquímicos en la atmosfera son: la temperatura, la humedad

relativa, la dirección y velocidad del viento que puede ser utilizada como medio de transporte para la disposición final, causando efectos en la salud de la población, la vegetación, el suelo y la biodiversidad. Como datos referenciales estarán la precipitación pluvial y la altitud con respecto al nivel del mar.⁸

De tal modo que de acuerdo a este criterio tomaremos como estaciones climatológicas referenciales para el presente estudio las siguientes:

- Estación Aeropuerto.
- Estación El Tejar.
- Estación Turumayo.

Dado que nuestra área de estudio es el casco viejo de la ciudad y dichas estaciones por su posición nos darán los factores que pueden ser de gran influencia en el centro de la ciudad.

3.2.4. Procesamiento de la Información.-

- **Estudio de Tráfico:** Para el estudio de tráfico existente en nuestra área de estudio recurriremos a las fórmulas y criterios citados en el capítulo II de nuestro trabajo, considerando dos variables importantes para el desarrollo del presente trabajo: Volumen e Intensidad.
- **Niveles de Ruido:** Para determinar estos niveles sacaremos una media aritmética de los valores tomados en campo por cada intersección, estas se hicieron en un número de cinco, no es necesario realizar ningún ajuste ni corrección dado que gracias al avance de la tecnología el Sonómetro que utilizamos para la recolección de estos datos nos arroja datos directos y confiables gracias a su nivel de precisión que es de ± 1.5 dB.

⁸ “Diagnóstico Ambiental de Contaminación Atmosférica” Raymundo Choque Sánchez, consultor PNUD, BOL/99/024. Págs. 21-22

De tal manera que nos facilita la recolección, centralización e interpretación de los datos de manera directa.



Fig. 3.1. Sonómetro EXTECH 407750

- **Centralización y Clasificación de las Emisiones vehiculares:** La centralización de los datos de emisiones tanto de vehículos a Gasolina, GNV, GLP y Diesel se las realizará en una planilla de formato Excel proporcionada por Swisscontact la cual contiene un formato automático de selección y clasificación, cabe recalcar que los datos primero fueron recolectados en campo los días de la Semana de Aire Limpio, a través de boletas extendidas al conductor y una copia para el posterior registro de los datos.

	A	C	D	E	G	H	I	J	X	L	M	N	O
2	Planilla de datos - Vehículos a gasolina												
4	Ciudad	Nro boleto	Año	Origen	Combustible	Tipo	Público	Privado	CO	HC	CO2	O2	Diagnostico
5	Tanja	m1	xxx	Transformado	Gasolina	Carburador	Bus	Autonovi	xx	xxx	xxxx	xxxxxx	Reprobado
6	Tanja	m2	xxx	Original	Gasolina	Inyeccion	Minibus	Jeep	xx	xxx	xxxx	xxxxxx	Reprobado
7	Tanja	m3	xxx		Gasolina		Taxi	Vagoneta	xx	xxx	xxxx	xxxxxx	Reprobado
8	Tanja	m4	xxx		Gasolina		Radiotaxi	Camion	xx	xxx	xxxx	xxxxxx	Reprobado
9	Tanja	m5	xxx		Gasolina		Trufi	Otros	xx	xxx	xxxx	xxxxxx	Reprobado
10	Tanja	m6	2008		Gasolina		Otros	Otros	0.2	12	xxxx	xxxxxx	Aprobado
11	Tanja				Gasolina								Aprobado
12	Tanja				Gasolina								Aprobado
13	Tanja				Gasolina								Aprobado
14	Tanja				Gasolina								Aprobado
15	Tanja				Gasolina								Aprobado
16	Tanja				Gasolina								Aprobado
17	Tanja				Gasolina								Aprobado
18	Tanja				Gasolina								Aprobado
19	Tanja				Gasolina								Aprobado
20	Tanja				Gasolina								Aprobado
21	Tanja				Gasolina								Aprobado
22	Tanja				Gasolina								Aprobado
23	Tanja				Gasolina								Aprobado
24	Tanja				Gasolina								Aprobado
25	Tanja				Gasolina								Aprobado
26	Tanja				Gasolina								Aprobado
27	Tanja				Gasolina								Aprobado
28	Tanja				Gasolina								Aprobado
29	Tanja				Gasolina								Aprobado

Fig. 3.2. Planilla Formato Excel

- **Combinación de Datos:** En cuanto a la combinación de datos se usará la herramienta informática dentro del programa Excel como lo es Gráficos para poder combinar los datos obteniendo curvas como ser:
 - ✓ Tráfico Vs. Gases Tóxicos.
 - ✓ Tráfico Vs. Ruido.

Hasta esta parte se ha podido dar los criterios técnicos necesarios a emplear para el desarrollo del presente trabajo en cada una de sus facetas, en cuanto al análisis de resultados en el capítulo IV se hará una profundización más detallada, al igual que al momento de emitir las conclusiones y recomendaciones en el capítulo V.

3.3. PLAN ESTRATEGICO DE TRABAJO

Nuestro plan de trabajo consta de cinco fases, que detallamos a continuación:

3.3.1. Fase I: Determinación del Área de Estudio

- ✓ **Recolección de Información;** la misma que es necesaria para poder llevar adelante el estudio en lo que refiere a la limitación del denominado “casco viejo” sobre el

cual se realizará la evaluación de impacto ambiental y de tal manera sea efectiva para poder dar un buen desarrollo al estudio.

✓ **Delimitación del Área de Estudio;** el área de estudio estará dada por los límites que trazan las siguientes vías:

- Al Nor-Este Calle Juan Misael Saracho
- Al Nor-Oeste calle Cochabamba.
- Al Sur-Este Av. Las Américas.
- Al Sur-Oeste Calle O'connor.



Fig. 3.3. Imagen satelital del Área de Estudio

- ✓ **Identificación de las intersecciones con mayor tráfico vehicular;** se logró identificar las siguientes:

Tabla 3.2. Tabla de Intersecciones en Estudio

1	C. Cochabamba y C. Sucre
2	C. Cochabamba y C. Colón
3	C. Cochabamba y C. Méndez
4	C. O'connor y Av. Potosí
5	Av. Domingo Paz y C. Juan M. Saracho
6	Av. Domingo Paz y C. Gral. Trigo
7	C. Bolívar y C. Sucre
8	C. Bolívar y C. Colón
9	C. Bolívar y C. Méndez
10	C. Bolívar y C. O'connor
11	C. 15 de Abril y C. Juan M. Saracho
12	C. 15 de Abril y C. Sucre.
13	C. 15 de Abril y C. Colón
14	C. 15 de Abril y C. Méndez
15	C. 15 de Abril y C. O'connor
16	Av. Las Américas y C. Juan M. Saracho
17	Av. Las Américas y C. Sucre
18	Av. Las Américas y C. Colón
19	Av. Las Américas y C. Méndez
20	Av. Las Américas y C. O'connor

FUENTE: Elaboración Propia

3.3.2. Fase II: Toma de Datos

- ✓ **Aforo de las Intersecciones;** que serán necesarios para determinar el estudio de tráfico y serán obtenidos durante un mes en las horas pico determinadas en tres horarios:
 - 07:30 a 08:30
 - 12:30 a 13:30
 - 18:30 a 19:30

- ✓ **Lectura de Niveles Alcanzados por el Ruido;** necesario para complementar el estudio de contaminación atmosférica, estas lecturas se las realizarán con un sonómetro al mismo tiempo que los aforos de tráfico, también durante un mes, en las horas pico, vale decir:
 - 07:30 a 08:30
 - 12:30 a 13:30
 - 18:30 a 19:30

- ✓ **Medición de Emisiones Vehiculares;** necesarios para poder hacer la relación con el estudio de tráfico. Vale la pena aclarar que dado el alto tráfico y congestionamiento vehicular esta medición no se la podrá hacer en los mismos puntos de aforo es así que se asumió la siguiente hipótesis: **“todo vehículo en algún momento ingresa al casco viejo de la ciudad de tal forma que cuando se encuentra en las horas pico y de congestión aporta de manera contaminante con la emisión de gases, como estos gases se dan por la combustión en el motor y la medición se la hace con un sensor colocado en el escape entonces el muestreo realizado en la playa de estacionamiento del Coliseo Universitario será equivalente a realizar las mediciones en las intersecciones del área de estudio”**. Es así que las mediciones se harán en un área donde se pueda tener condiciones de estacionamiento e instalación de los equipos.

El área destinada a la medición se encuentra en inmediaciones de la playa de estacionamiento del Coliseo Universitario.



Fig. 3.4. Imagen satelital de la playa de estacionamiento del Coliseo Universitario

- ✓ **Recolección de Datos Climatológicos;** son de importancia ya que dependiendo de estas variables la contaminación atmosférica sufre ciertos cambios. Esta información será requerida en las dependencias del SENAMHI.

3.3.3. Fase III: Procesamiento de la Información

- ✓ **Realización del Estudio de Tráfico;** necesario e importante para determinar el volumen, densidad, intensidad, nivel de servicio y si existe congestión vehicular de las intersecciones del área de estudio.

- ✓ **Determinación de niveles de ruido;** de importancia pues en combinación con el estudio de tráfico nos arrojará que impacto está causando el ruido de vehículos medido en dB. (decibeles).
- ✓ **Centralización y clasificación de las emisiones vehiculares;** que al combinarse con el estudio de tráfico también obtendremos otro factor de contaminación atmosférica.
- ✓ **Combinación de Datos;** obtenidos los datos se los combinará en curvas para su posterior análisis.

3.3.4. Fase IV: Análisis de los Resultados

- ✓ **Análisis y comparación de los resultados obtenidos en la evaluación;** de gran relevancia pues nos servirán para determinar si el estudio cumplió con el objetivo planteado.
- ✓ **Elaboración de las Medidas de Mitigación;** al corroborarse la contaminación atmosférica se elaborará las medidas de mitigación para ser sugeridas a las instancias correspondientes.

3.3.5. Fase V: Conclusiones y Recomendaciones

- ✓ **Emitir las conclusiones y recomendaciones del estudio;** donde daremos a conocer el porqué del estudio y de sus resultados de tal manera que a raíz del mismo podamos hacer las respectivas recomendaciones.
- ✓ **Se demostrara la veracidad del estudio,** si se cumple lo analizado o se rechaza.

3.4. EQUIPAMIENTO

3.4.1. Equipo Normalizado.- Dentro del equipo normalizado usamos:

- **Sonómetro**, marca EXTECH 407750 con precisión de ± 1.5 dB. Para la medición de Ruido. Encontraremos sus especificaciones técnicas y características en Anexos.
- **Analizador de Gases**, para vehículos a Gasolina, GNV y GLP. Especificaciones técnicas y características en Anexos.
- **Opacímetro analizador de Gases**, para vehículos a Diesel. Especificaciones técnicas y características en Anexos.
- **Software Especializado**, instalado en una computadora para realizar la medición y posterior lectura de datos en cuanto a los gases. Especificaciones técnicas y características en Anexos.

3.4.2. Equipo no Normalizado.-

- **Cronómetros.**
- **Tablas para planillas de aforo.**
- **Guantes de Cuero.**
- **Mascaras Anti-Gas.**
- **Talonarios de Boletas.**
- **Roseta de Aprobación.**
- **Gorras.**
- **Chalecos.**
- **Mesa.**
- **Toldo.**
- **Conos de Señalización.**
- **Banners Informativos.**

- **Material Informativo para los conductores.**
- **Material de escritorio.**

3.5. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO

El tráfico en la ciudad de Tarija en los últimos 10 años se ha convertido en un gran problema, más aun dentro del denominado casco viejo esto debido a varios factores que observaremos a continuación:

3.5.1. Crecimiento del Parque Automotor.- El parque automotor se ha ido incrementando de manera alarmante así lo demuestra la siguiente tabla en los cinco últimos años:

Tabla 3.3. Crecimiento Parque Automotor.

GESTION	CANTIDAD DE VEHICULOS
2008	31101
2009	34535
2010	37510
2011	39150
2012	44043

FUENTE: RUAT – H.A.M. TARIJA

Vemos claramente como el incremento de vehículos en el parque automotor se ha ido dando en proporciones considerables, si hacemos un análisis entre los años 2008 a 2010, observamos que si bien hay un incremento anual de vehículos pero lo es de manera descendente; por ejemplo entre el año 2008 y 2009 el incremento vehicular fue de 3434 vehículos, entre 2009 y 2010 fue de 2945 vehículos y entre 2010 y 2011 fue de 1640 vehículos. Pero de 2011 a 2012 el incremento es 4893 vehículos casi tres veces más que entre 2010 y 2011. Entonces el crecimiento vehicular es significativo pues este al ir creciendo también se aumenta los niveles de contaminación más aun en el casco viejo o centro de la ciudad.

Por otro lado es bueno resaltar que este incremento significativo entre el 2011 y 2012 ha sido causado por el decreto de la Ley de Saneamiento legal de vehículos indocumentados 060/2011 el 8 de junio de 2011 y no estas demás decir que los anteriores años también han existido normativas legales que han habilitado el ingreso de más vehículos al país.

3.5.2. Clasificación del Tráfico.- Para el presente trabajo hemos clasificado el tráfico vehicular en LIVIANO, MEDIANO y PESADO; entiendo estas tres clasificaciones de la siguiente manera:

1. **LIVIANO:** En esta clasificación están todos vehículos de cuatro puertas como taxis, radiotaxis, autos particulares:



Fig. 3.5. Automóvil Particular



Fig. 3.7. Automóvil Liviano



Fig. 3.6. Radio taxi.



Fig. 3.8. Automóvil Particular

2. **MEDIANO:** En esta clasificación se ha tomado en cuenta a camionetas, jeeps, minivans, minibuses, vagonetas 4x4, vagonetas caribe:



Fig. 3.9. Vagoneta



Fig. 3.10. Jeep



Fig. 3.11. Camioneta



Fig. 3.12. Minibús



Fig. 3.13 Minivan



Fig. 3.15. Vagoneta Caribe



Fig. 3.14. Taxi-trufi

3. **PESADO:** En esta clasificación definimos a los microbuses, dinas, camiones repartidores de productos:



Fig. 3.16. Microbús



Fig. 3.17. Dina



Fig. 3.18. Camión repartidor



Fig. 3.19. Camión repartidor

En algunos casos como lo es la Av. Las Américas tenemos vehículos más pesados como camiones doble eje o flota:



Fig. 3.20. Flota



Fig. 3.21. Camión doble eje.

Debemos de aclarar que esta clasificación se ha realizado para poder tener datos consistentes en el área de estudio dado que el tráfico pesado en realidad no ingresa al área estudio a excepción de casos especiales; por lo general el ingreso de vehículos pesados está restringido al centro de la ciudad.

3.6. CARACTERIZACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES

Los gases a evaluar tomados en cuenta en la campaña Semana de Aire Limpio (SAL) para el presente estudio de evaluación son:

1. **Monóxido de Carbono (CO):** Emitido por el escape del motorizado y medido en (%).
2. **Hidrocarburos (HC):** Emitido por el escape del vehículo y medido en (ppm.)
3. **Dióxido de Carbono (CO₂):** Emitido por el escape del vehículo y medido en (%).

Otra característica tomada en cuenta dentro de la campaña (SAL) es la **Opacidad**; esta era evaluada en el escape de los vehículos a Diesel. Termino que nos ayuda a caracterizar cuan opaco es el humo de escape de los vehículos.

La emisión de gases de fuentes vehiculares está normada por la ley 1333 de Medio Ambiente en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica dentro del cual se establece parámetros máximos de emisión de estos compuestos.

En el siguiente capítulo haremos mención detallada de estos límites máximo permisibles para este tipo de compuestos.

3.7. CARACTERIZACION DEL RUIDO

En cuanto a la caracterización del ruido haremos referencia al documento final del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial del gobierno municipal de Tarija donde se hace las siguientes referencias:

3.7.1. Niveles de contaminación acústica del tráfico.- Para la determinación del nivel de ruido generado por el parque automotor, la bibliografía especializada propone un sinnúmero de alternativas.

Espíndola Villanueva -2000. en el estudio titulado “Ruido del Tráfico, Corrección y Evaluación del Impacto Ambiental Aplicado a la Ciudad de Tarija”, reporta información que se constituye en una línea base para evaluar el incremento de ruido en la Ciudad de Tarija debido al crecimiento del parque automotor.

También propone un modelo calibrado en base a mediciones de campo en la Ciudad de Tarija, para la estimación del ruido generado por el tráfico en las arterias de la ciudad.

El estudio se centra en una serie de mediciones del tráfico, en puntos de la ciudad, considerados los más impactados acústicamente:

- Mercado Central - Calle Domingo Paz
- Mercado Campesino
- Avenida Las Américas – Aeropuerto.

Las mediciones de campo fueron realizadas durante varios días a lo largo de tres meses y en lapsos de 15 minutos, los datos tomados incluyen:

- Hora
- Velocidad promedio: V (Km/h)
- Intensidad vehicular: I (Veh/h)
- Porcentaje de vehículos pesados (%)
- Intensidad de vehículos pesados: I_{vp} (Veh/h)
- Distancia de la vía. desde el eje hasta la vereda: d (m)
- Nivel del ruido con sonómetro: $L(dBA)$

Los datos de campo tomados, fueron sistematizados y procesados mediante correlación múltiple para la formulación de un modelo de predicción de ruido, específico para la Ciudad de Tarija:

$$L_{eq} \text{ (dBA)} = 69,457 + 2,93 \times 10^{-3} \times I - 2,06 \times 10^{-2} \times I_{vp} - 9,32 \times 10^{-2} \times V + 3,089 \ln(d)$$

En términos generales, el modelo indica que el nivel de ruido generado por el tráfico, es:

- Directamente proporcional a la intensidad del tráfico (I) y al ancho de la vía (d)
- Inversamente proporcional a la intensidad del tráfico de vehículos pesados (I_{vp}) y a la velocidad vehicular (V).

Para la aplicación del modelo de predicción de ruido bajo las condiciones actuales, se debe tener en cuenta, los siguientes aspectos:

- Incremento del parque vehicular de un 45% desde el 2000 a la fecha.
- Se asume que I e I_{vp} se han incrementado en forma proporcional al parque vehicular desde el 2000 al 2007.
- La velocidad (V) ha disminuido de manera inversamente proporcional al incremento del parque vehicular (los embotellamientos, congestión, etc., se han visto incrementados)

Las estimaciones de los niveles de ruido actuales debido al tráfico, para puntos representativos y críticos de la ciudad, se presentan en los siguientes cuadros.

Los niveles de ruido L_{eq} (dBA) estimados para el 2007 se presentan por hora, además para fines comparativos, se anotan los valores estimados L_{eq} (dBA) para el 2000 y los valores reales medidos en esa fecha. L (dBA).

Tabla 3.4. Niveles de Ruido por Tráfico Vehicular, Medidos y Estimados 2000 – 2007

Mercado Central Domingo Paz					Año 2007	Año 2000	
Hora	V (Km/h)	I (veh/h) 2007	I _{vp} (veh/h)	d(m)	L _{eq} (dBA)	L _{eq} (dBA)	L (dBA) medido
08:00	8,33	761	144	2,65	74	72	71
09:00	5,45	781	139	2,65	74	73	72
10:00	5,07	663	131	2,65	74	73	74
11:00	4,90	689	138	2,65	74	73	74
12:00	4,90	813	144	2,65	74	73	75
13:00	9,48	472	92	2,65	73	72	71
14:00	8,68	446	118	2,65	73	72	72
15:00	6,20	722	151	2,65	74	73	72
16:00	4,30	787	157	2,65	74	73	73
17:00	4,27	774	157	2,65	74	73	73
18:00	4,41	951	184	2,65	74	73	74
19:00	4,87	754	138	2,65	74	73	72
FUENTE: PMOT H.A.M. - TARIJA					Promedio	74	73
					Desv. Est	0,51	0,48

Mercado Campesino					Año 2007	Año 2000	
Hora	V (Km/h)	I (veh/h) 2007	I _{vp} (veh/h)	d(m)	L _{eq} (dBA)	L _{eq} (dBA)	L (dBA) medido
08:00	22,54	1404	302	6,25	77	74	72
09:00	20,57	1627	276	6,25	77	75	73
10:00	19,68	1581	282	6,25	77	75	73
11:00	19,18	1548	282	6,25	77	75	73
12:00	17,56	1719	302	6,25	78	75	75
13:00	21,60	971	190	6,25	76	73	73
14:00	22,80	1161	256	6,25	76	73	70
15:00	21,77	1227	295	6,25	76	74	71
16:00	19,88	1555	295	6,25	77	74	72
17:00	19,42	1614	282	6,25	77	75	73
18:00	19,74	1588	262	6,25	77	75	73
19:00	19,57	1351	236	6,25	77	74	73
FUENTE: PMOT H.A.M. - TARIJA					Promedi	77	74
					Desv. Est	0,74	0,58

Avenida Las Américas - Aeropuerto					Año 2007	Año 2000		
Hora	V (Km/h)	I (veh/h) 2007	I _{vn} (veh/h)	d(m)	I _{eq} (dBA)	I _{eq} (dBA)	I _{eq} (dBA) medido	
08:00	32,82	702	46	6	74	71	71	
09:00	32.49	794	39	6	74	71	72	
10:00	32,65	807	66	6	74	71	73	
11:00	31,58	859	39	6	74	72	73	
12:00	29.32	1069	72	6	75	72	75	
13:00	38,54	610	33	6	73	70	72	
14:00	38,74	453	26	6	73	70	71	
15:00	36,80	774	33	6	74	71	71	
16:00	35,43	866	52	6	74	71	72	
17:00	33.39	951	33	6	75	72	72	
18:00	29,74	951	52	6	75	72	74	
19:00	35,76	735	33	6	74	71	73	
					Promedio	74	71	72
FUENTE: PMOT H.A.M. - TARIJA					Desv. Est	0,72	0,73	1,24

FUENTE: PMOT H.A.M. - TARIJA

3.7.2. Valoración de niveles de contaminación acústica del tráfico en la ciudad de

Tarija.- Los niveles de ruido estimados para el 2007, comparados con los estimados y medidos en el 2000, en distintos puntos de la Ciudad de Tarija indican:

- Incrementos apreciables de los niveles de ruido, si se toma en cuenta que las unidades de medida del ruido (dBA). está expresada en escala logarítmica, y que para un incremento del 100% de la intensidad sonora, el nivel de ruido se incrementa en 10 unidades (dBA).
- Para un incremento del nivel de ruido, entre dos y tres unidades de dBA. desde el 2000. corresponde un incremento de la intensidad sonora de un 30 a 40%. para el 2007.

Si bien el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley 1333, establece máximos límites permisibles de emisión de ruidos para fuentes fijas y móviles, no define límites para niveles de ruido exterior.

Un análisis comparativo de los niveles de ruido anotados en los anteriores cuadros sugiere que en algunos puntos del Mercado Campesino, los niveles de ruido estimados podrían estar muy cercanos del límite permisible establecido por el Anexo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley 1333 para emisiones de ruido desde movibilidades (de menos de 3000 Kg.). 79 dBA, sin embargo este valor no se constituye en referencia para evaluar niveles de ruido exteriores (de puertas afuera).

No existen niveles límite de ruidos exteriores aceptados universalmente, sin embargo a nivel internacional, generalmente se acepta que los niveles de ruido exteriores (de puertas afuera) que sobrepasen los 70 dBA constituyen un problema.

En países desarrollados, se adopta los siguientes niveles de ruidos exteriores y su valoración:

- Ruidos exteriores que se elevan hasta los 65 dBA. “no constituyen un problema”
- Ruidos exteriores entre 65 y 70 dBA. “constituyen un ligero problema”
- Ruidos exteriores a partir de los 70 o 75 dBA. “constituyen problemas serios”.

Si se comparan los valores medidos y estimados para el 2000 y los estimados para el 2007, con el nivel problemático de ruido exterior de referencia internacional, (70 a 75 dBA), se puede deducir, que los niveles de ruido generados por el tráfico, en las vías de mayor circulación en la Ciudad de Tarija ya suponen un problema serio, para el cual es necesario plantear y aplicar medidas de regulación y control.⁹

⁹ Documento final del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) H.A.M. – Tarija – 2009

CAPÍTULO IV

“DISEÑO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS”

4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PERMISIBLES

4.1.1. Emisión de Gases.-Los límites máximos por permisibles están normados por la Ley 1333 de Medio Ambiente en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica en su título III; Capítulo III De la Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica en fuentes Móviles; Anexo 5 inciso B:

TABLA 1:

Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de automóviles y vehículos comerciales en circulación que funcionan a gasolina, según año-modelo.

Tabla 4.1. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases vehículos Gasolina

Año-Modelo	Hidrocarburos (HC) ppm Max.	Monóxido de carbono (CO) % Vol. Max	Oxígeno (O2) % Vol. Max.
1979 y anteriores	700	6.0	6.0
1980 a 1986	500	4.0	6.0
1987 a 1996	400	3.0	6.0
1997 en adelante	200	2.0	6.0

FUENTE: Ley 1333 de Medio Ambiente – Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

TABLA 2:

Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros, camiones medianos y camiones pesados en circulación que funcionan a gasolina, según el año-modelo.

**Tabla 4.2. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases vehículos
Gasolina usos múltiples**

Año-Modelo	Hidrocarburos (HC) ppm Max.	Monóxido de carbono (CO) % Vol. Max	Oxígeno (O₂) % Vol. Max.
1979 y anteriores	700	6.0	6.0
1980 a 1985	600	5.0	6.0
1986 a 1991	500	4.0	6.0
1992 a 1996	400	3.0	6.0
1997 en adelante	200	2.0	6.0

FUENTE: Ley 1333 de Medio Ambiente – Reglamento en Materia de contaminación Atmosférica.

TABLA 3:

Tabla 4.3. Límites permisibles base de Opacidad

Tanto para vehículos a gasolina como para vehículos a diesel, la opacidad de los humos de escape deberá ser a lo sumo:

20% en aceleración

15% con motor en marcha y vehículo detenido

Los porcentajes resultarán de la aplicación del medidor de humo prescrito por la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos de Norte América, o de medidores equivalentes que establezcan el porcentaje u otros valores transformables a porcentos (por ejemplo utilizando la tabla de conversión de opacidad que aparece como Tabla 2 en la Norma Oficial Mexicana NOM-045-ECOL-1993, antes NOM- CCAT-008-ECOL/1993).

FUENTE: Ley 1333 de Medio Ambiente – Reglamento en Materia de contaminación Atmosférica.

TABLA 4:

Límites permisibles base para la emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y oxígeno provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas natural, gas licuado de petróleo u otros combustibles alternos como combustible.

**Tabla 4.4. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases vehículos
GNV - GLP**

Año-Modelo	Hidrocarburos (HC) ppm Max	Monóxido De carbono (CO)% Vol. Max	Oxígeno (O2) % Vol. Max
1979 y anteriores	700	6.0	6.0
1980 a 1986	500	4.0	6.0
1987 a 1996	400	3.0	6.0
1997 en adelante	200	2.0	6.0

FUENTE: Ley 1333 de Medio Ambiente – Reglamento en Materia de contaminación Atmosférica.

Para nuestro estudio y para un mejor análisis usaremos los siguientes límites recomendados en el informe de Semana de Aire Limpio de la empresa Swisscontact, valores que están dentro de la norma pero que nos ayudaran a cuantificar rigurosamente el nivel de contaminación.

Tabla 4.5. Límites Máximos Usados en el Estudio de Evaluación

CO	Menor a 2,5%
HC	Menor a 400 ppm
CO2	Mayor a 10,5%
Opacidad	Menor a 70%

FUENTE: SWISSCONTACT

4.1.2. RUIDO

Los límites permisibles o máximos están también dados por la ley 1333 de Medio Ambiente en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica; en su título III; capítulo V De la Evaluación y Control de Ruidos y Olores Contaminantes; Anexo 6 inciso 2:

El límite máximo permisible de emisión de ruido en fuentes móviles se aplicará de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4.6. Límites Permisibles de Emisión de Ruido proveniente de fuentes móviles

Peso bruto del vehículo	Hasta 3.000 Kg.	De 3.000 a 10.000	Mayor a 10.000 Kg.
Límite máximo Permisibles en dB (A)	79	81	84

FUENTE: Ley 1333 de Medio Ambiente – Reglamento en Materia de contaminación Atmosférica.

Para nuestro estudio el límite de evaluación será de 81 dB(A) dado que el parque automotor en estudio está dentro del rango de los 3000 a 10000 Kg.

4.2. ELABORACIÓN DE CURVAS COMPARATIVAS

Para poder elaborar nuestras curvas de estudio y análisis procedimos de la siguiente manera:

1º obtención del Tráfico Promedio Horario (TPH): que será nuestro volumen de tráfico en cada intersección, para lo cual tenemos el siguiente resumen, el cálculo de dicho TPH se lo puede ver en detalle en anexos.

**Tabla 4.7. TRÁFICO PROMEDIO HORARIO (TPH) EN CADA INTERSECCIÓN DENTRO DEL CASCO VIEJO
TARIJA JUNIO - JULIO DE 2012**

Nº	INTERSECCION	TRAFICO PROMEDIO HORARIO (TPH)			
		LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
		Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
1	C. Cochabamba y C. Sucre	495	201	91	786
2	C. Cochabamba y C. Colón	536	158	81	774
3	C. Cochabamba y C. Méndez	523	177	65	766
4	C. O'connor y Av. Potosí	487	157	50	695
5	Av. Domingo Paz (carril de bajada) y C. Juan M. Saracho	337	152	153	643
6	Av. Domingo Paz y C. Gral. Trigo	357	144	160	660
7	C. Bolívar y C. Sucre	337	151	158	646
8	Bolívar y Colón	278	89	122	489
9	C. Bolívar y Méndez	322	167	82	570
10	C. Bolívar y C. O'connor	484	203	114	801
11	C. 15 de Abril y C. Juan M. Saracho	464	220	129	813
12	C. 15 de Abril y C. Sucre.	454	218	81	753
13	C. 15 de Abril y C. Colón	362	187	90	638
14	C. 15 de Abril y C. Méndez	404	229	112	745
15	C. 15 de Abril y C. O'connor	583	244	124	951
16	Av. Las Américas y C. Juan M. Saracho	514	150	61	725
17	Av. Las Américas y C. Sucre	472	259	62	793
18	Av. Las Américas y C. Colon	484	205	73	762
19	Av. Las Américas y C. Méndez	438	204	64	706
20	Av. Las Américas y C. O'connor	331	157	67	555

Fuente: Elaboración propia

Este TPH para cada intersección fue la base para poder calcular los TPH para años anteriores, ya que no existe un banco de datos de los mismos, se procedió de la siguiente manera:

2° Cálculo de Trafico Promedio Horario (TPH): para gestiones anteriores en función de los datos de TPH obtenidos para 2012 y datos oficiales de Parque Automotor del periodo 2008 – 2012; en las denominaciones LIVIANO, MEDIANO, PESADO. Para cada intersección de nuestra área de estudio.

INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y SUCRE:

DATOS:

PARQUE AUTOMOTOR 2008			PARQUE AUTOMOTOR 2012		
LIVIANO	MEDIANO	PESADO	LIVIANO	MEDIANO	PESADO
Veh.	Veh.	Veh.	Veh.	Veh.	Veh.
10019	15381	5701	15694	21539	6810

C. COCHABAMBA Y C. SUCRE 2012			
LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
495	201	91	787

Determinamos un FACTOR DE COMPOSICIÓN que estará expresado en % :

Para LIVIANOS:

$$FC1 = \frac{LIVIANO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2008}{LIVIANO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2012} = \frac{10019\ Veh.}{15694\ Veh.} = 0,64$$

Para MEDIANOS:

$$FC2 = \frac{MEDIANO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2008}{MEDIANO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2012} = \frac{15381\ Veh.}{21539\ Veh.} = 0,71$$

Para PESADOS:

$$FC3 = \frac{PESADO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2008}{PESADO\ PARQUE\ AUTOMOTOR\ 2012} = \frac{5701\ Veh.}{6810\ Veh.} = 0,84$$

Entonces el aforo para el año 2008 en la intersección en estudio, en sus denominaciones LIVIANO, MEDIANO y PESADO; estará dado por:

$$LIVIANO\ 2008 = LIVIANO\ 2012 \times FC1$$

$$LIVIANO\ 2008 = 495 \times 0,64 = 316,80 \cong 316\ Veh.$$

$$MEDIANO\ 2008 = MEDIANO\ 2012 \times FC2$$

$$MEDIANO\ 2008 = 201 \times 0,71 = 142,71 \cong 144\ Veh.$$

$$PESADO\ 2008 = PESADO\ 2012 \times FC3$$

$$PESADO\ 2008 = 91 \times 0,84 = 76,44 \cong 76\ Veh.$$

En resumen para el año 2008 y la intersección en estudio tenemos:

C. COCHABAMBA Y C. SUCRE 2008			
LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
316	144	76	536

Esta base de cálculo será aplicada para todas las gestiones que se expresan a continuación en la siguientes tablas:

Vamos a denominar de 1 a 20 las intersecciones por motivos de cálculo y practicidad, manteniendo el orden de las mismas como se expresa en el resumen de TPH en la anterior tabla.

Tabla 4.8. Resumen TPH gestión 2008

INT. Nº	TPH PARA 2008			
	LIVIANO Veh./hora	MEDIANO Veh./hora	PESADO Veh./hora	TOTAL Veh./hora
1	316	144	76	536
2	342	113	68	523
3	334	126	54	515
4	311	112	42	465
5	215	109	128	452
6	228	103	134	465
7	215	108	132	455
8	177	64	102	343
9	206	119	69	393
10	309	145	95	549
11	296	157	108	561
12	290	156	68	513
13	231	134	75	440
14	258	164	94	515
15	372	174	104	650
16	328	107	51	486
17	301	185	52	538
18	309	146	61	516
19	280	146	54	479
20	211	112	56	380

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.9. Resumen TPH gestión 2009

INT.	TPH PARA 2009			
	LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
1	355	160	82	597
2	385	126	73	583
3	375	141	58	575
4	350	125	45	520
5	242	121	138	500
6	256	115	144	515
7	242	120	142	504
8	200	71	110	380
9	231	133	74	438
10	347	162	102	612
11	333	175	116	624
12	326	174	73	572
13	260	149	81	490
14	290	182	101	573
15	419	194	111	724
16	369	119	55	543
17	339	206	56	601
18	347	163	66	576
19	314	162	58	534
20	238	125	60	423

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.10. Resumen TPH gestión 2010

INT.	TPH PARA 2010			
	LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
Nº	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
1	400	172	85	657
2	433	136	75	644
3	423	152	60	635
4	394	135	47	575
5	272	130	142	545
6	289	124	149	561
7	272	130	147	549
8	225	76	114	415
9	260	143	76	480
10	391	174	106	672
11	375	189	120	684
12	367	187	75	630
13	293	160	84	537
14	327	197	104	627
15	471	209	115	796
16	416	129	57	601
17	382	222	58	662
18	391	176	68	635
19	354	175	60	589
20	268	135	62	465

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.11. Resumen TPH gestión 2011

INT. Nº	TPH 2012			
	LIVIANO	MEDIANO	PESADO	TOTAL
	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora	Veh./hora
1	495	201	91	786
2	536	158	81	774
3	523	177	65	766
4	487	157	50	695
5	337	152	153	643
6	357	144	160	660
7	337	151	158	646
8	278	89	122	489
9	322	167	82	570
10	484	203	114	801
11	464	220	129	813
12	454	218	81	753
13	362	187	90	638
14	404	229	112	745
15	583	244	124	951
16	514	150	61	725
17	472	259	62	793
18	484	205	73	762
19	438	204	64	706
20	331	157	67	555

Fuente: Elaboración propia

3° Obtención de los niveles de los Compuestos: Estos niveles fueron obtenidos como promedio de las campañas de Semana de Aire Limpio vale decir del periodo 2008 – 2012; exceptuando el año 2010 dado que esa gestión no hubo campaña (SAL).

Los datos recolectados se presentan en anexos; en la siguiente tabla expresamos los promedios de las gestiones: 2008, 2009, 2010 y 2012.

Tabla 4.12. Resumen de Emisión de gases periodo 2008-2012

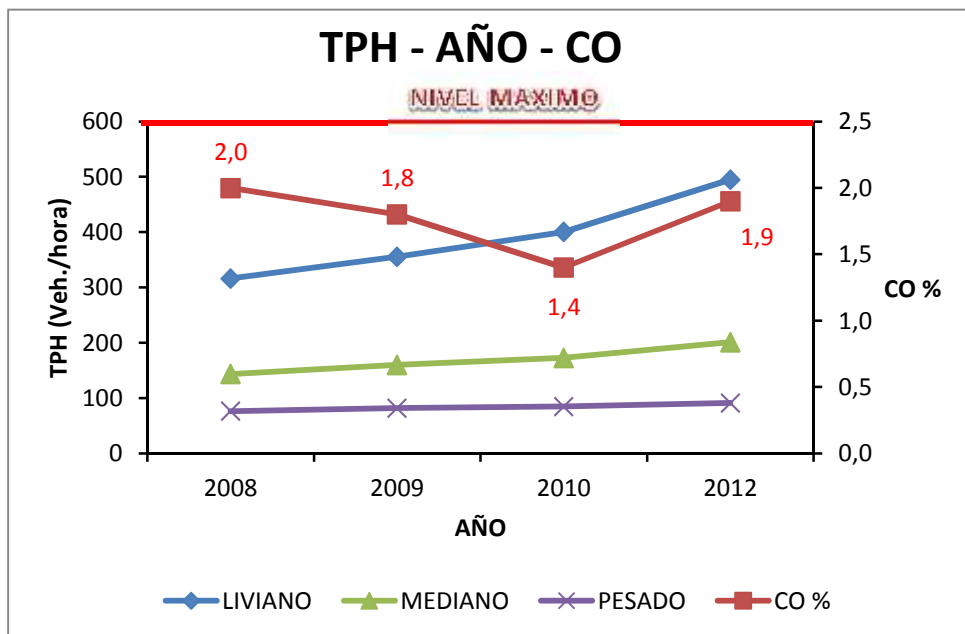
AÑO	PROMEDIO			
	CO %	HC ppm.	CO2 %	OPACIDAD %
2008	2	707	9,3	61
2009	1,8	564	10,7	37,1
2010	1,4	546,3	11,6	31,6
2012	1,9	342,6	13,1	64,3

Fuente: Elaboración propia

Con los datos procesados y recolectados procedemos a la construcción de la curvas que tomarán en cuenta las denominaciones de LIVIANO – MEDIANO – PESADO del tráfico vehicular, que combinados con el promedio de CO; HC; CO₂ y Opacidad(vehículos a Diesel) de cada año construimos las siguientes gráficas para cada intersección

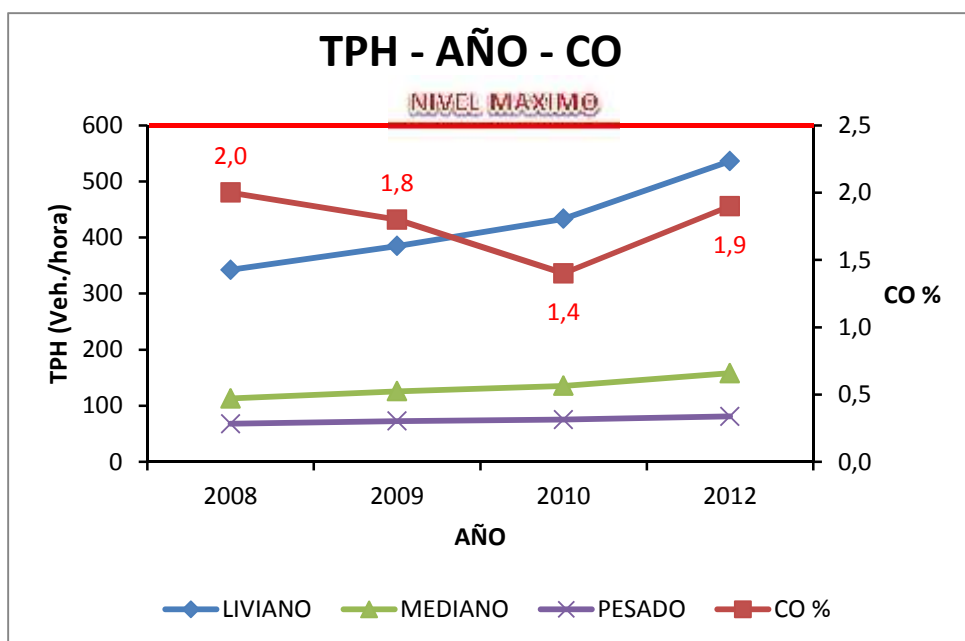
4.2.1. CURVA: TPH – AÑO – CO

Fig. 4.1. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y SUCRE



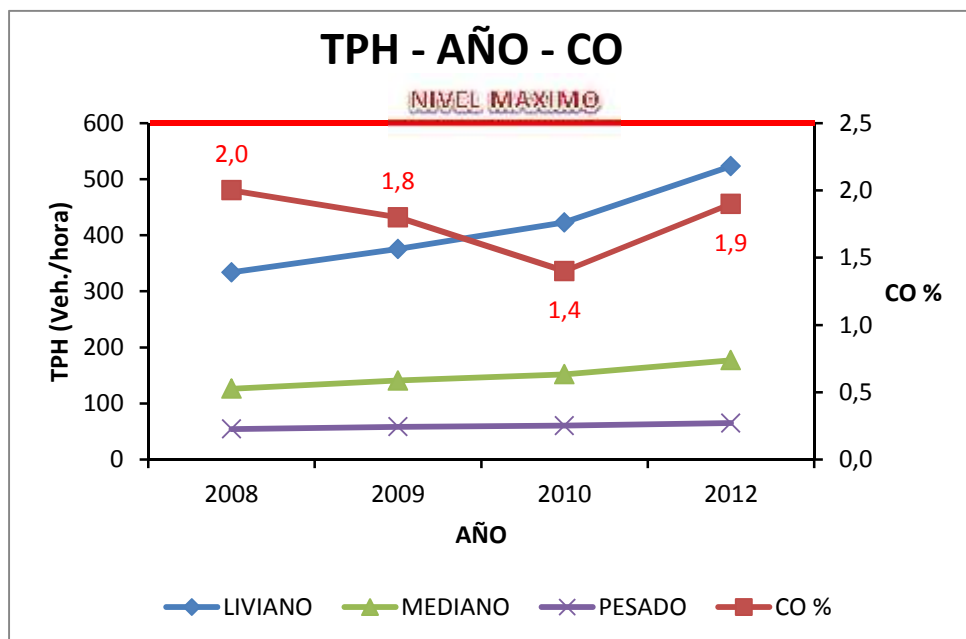
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.2. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y COLÓN



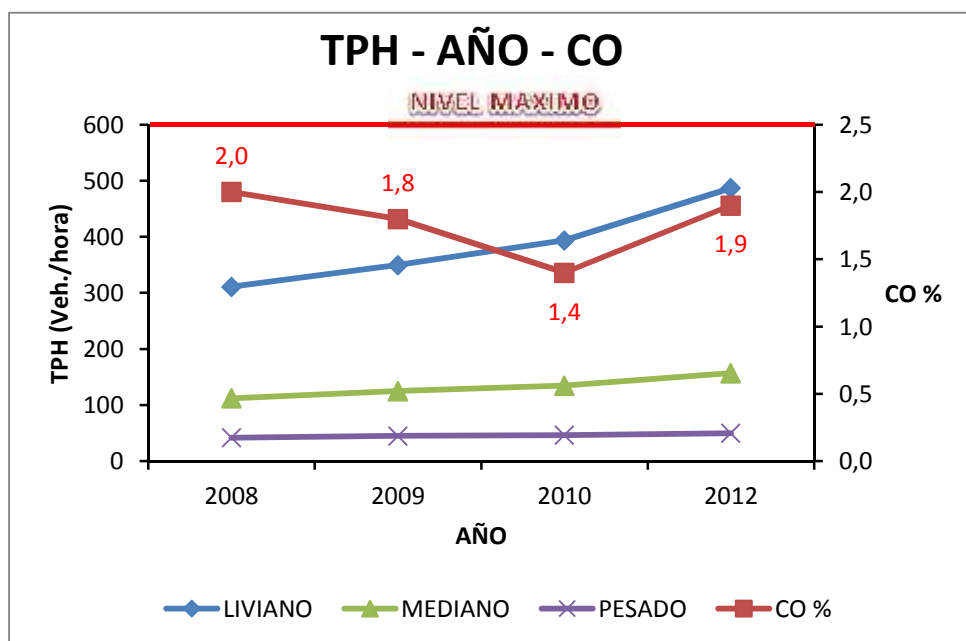
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.3. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y MÉNDEZ



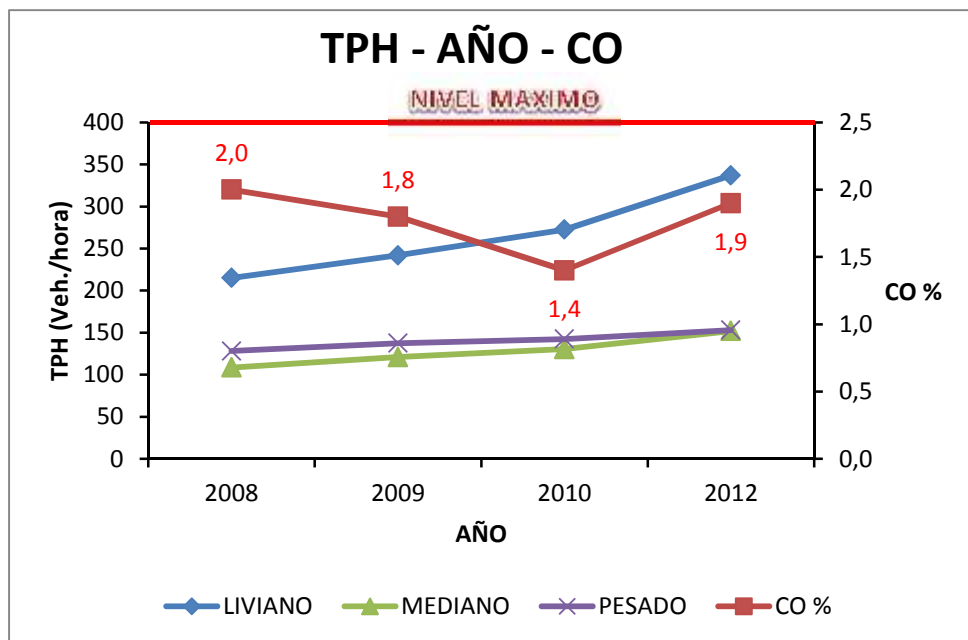
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.4. INTERSECCIÓN CALLE O'CONNOR Y AV. POTOSÍ



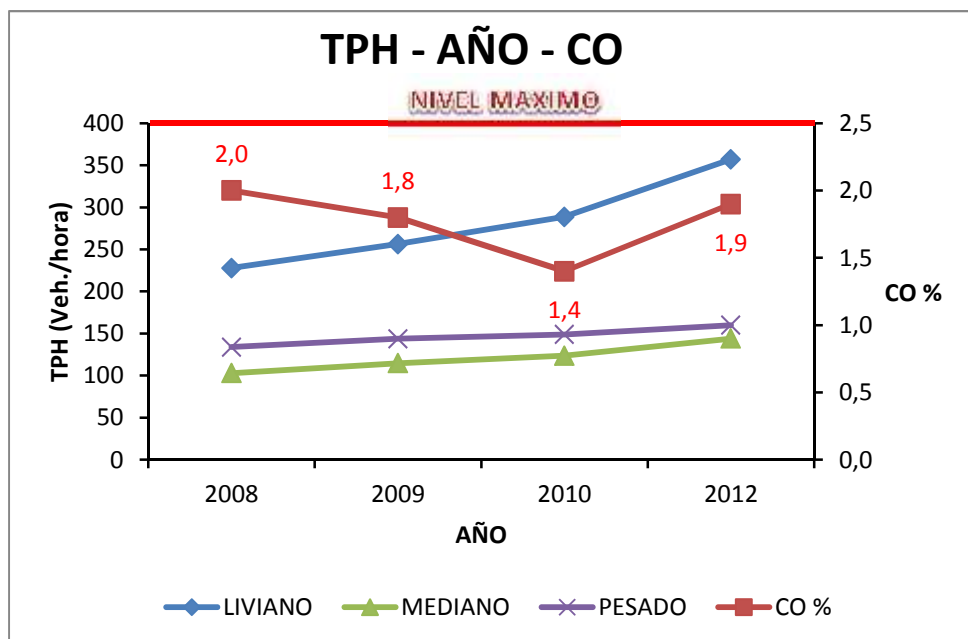
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.5. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE JUAN M. SARACHO



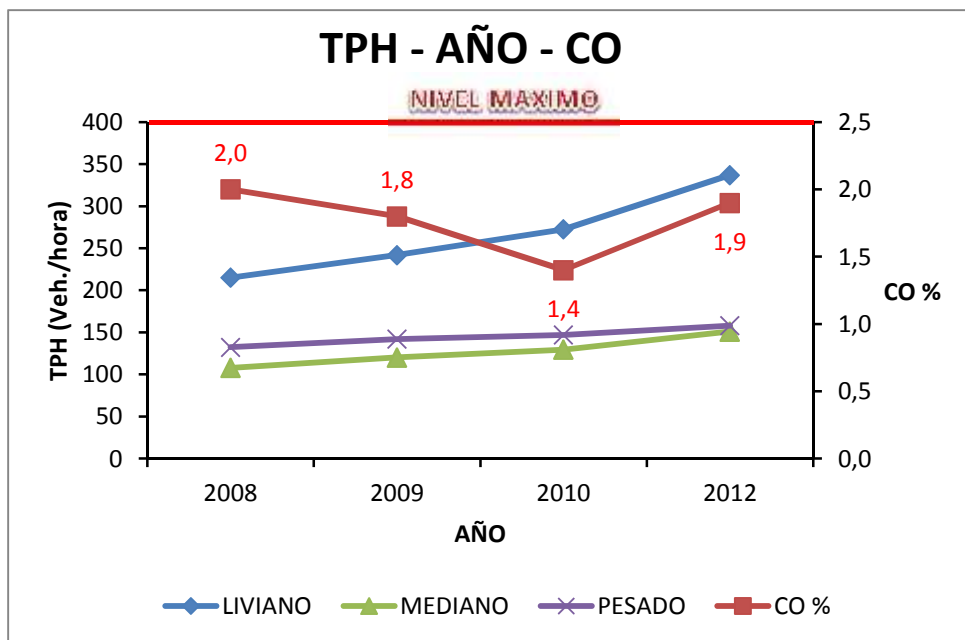
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.6. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO



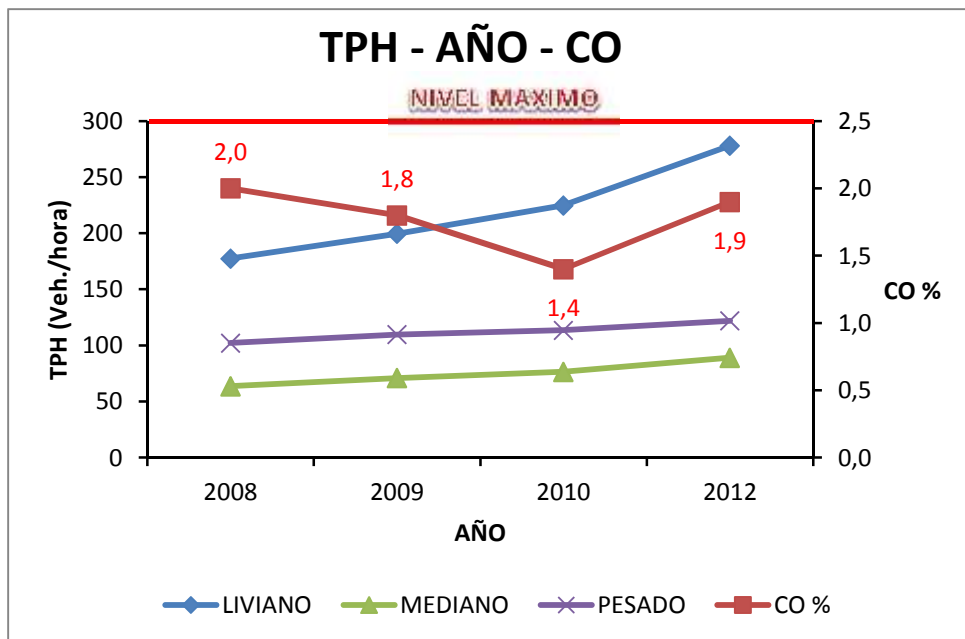
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.7. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y SUCRE



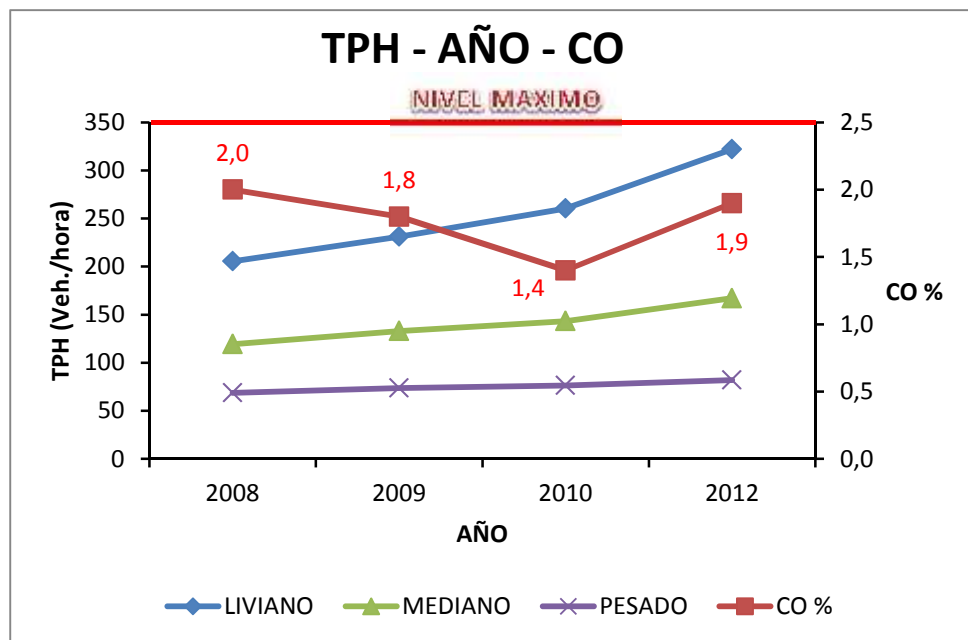
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.8. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y COLÓN



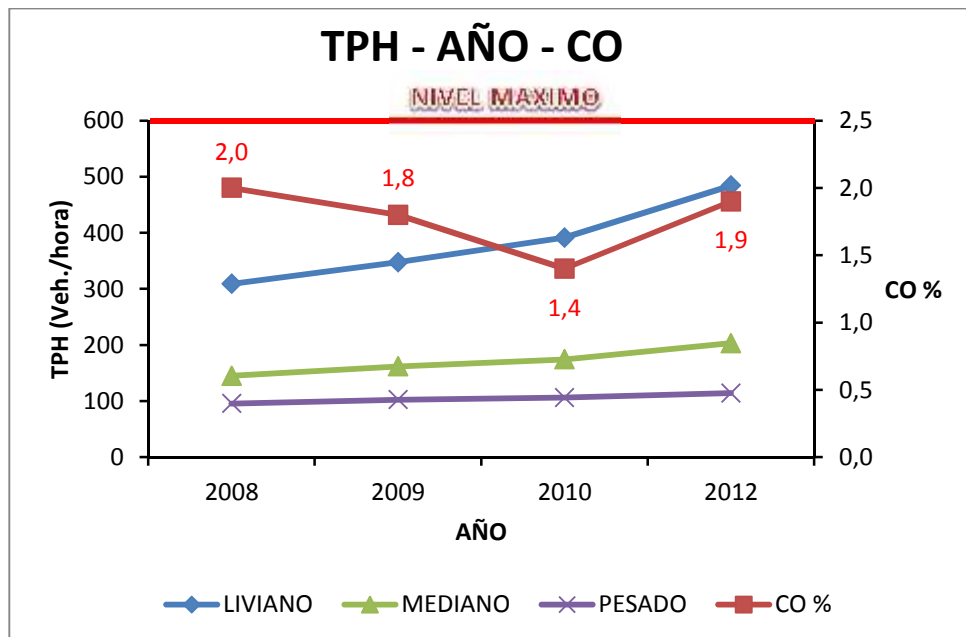
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.9. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y MÉNDEZ



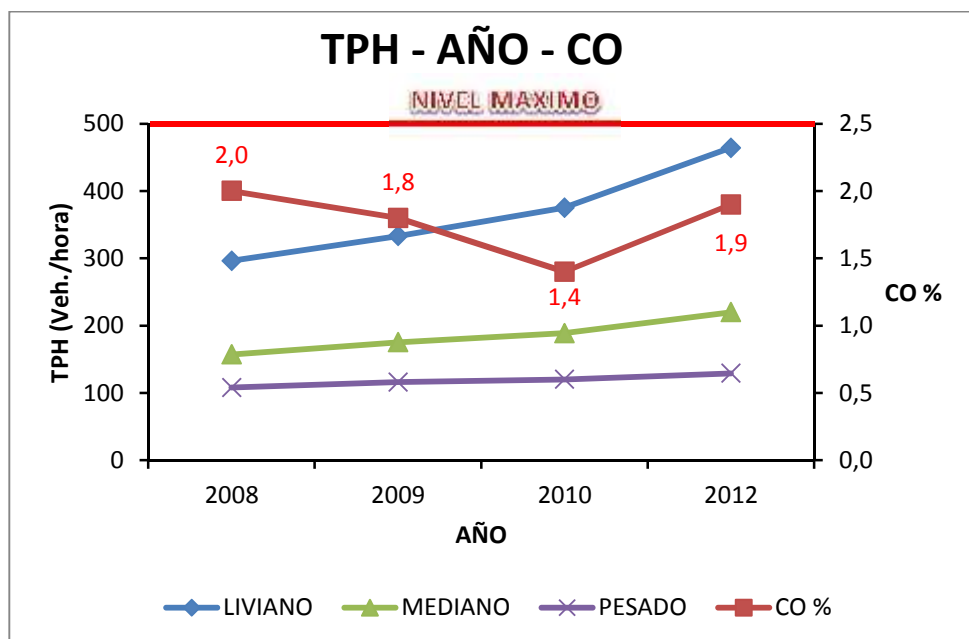
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.10. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y O' CONNOR



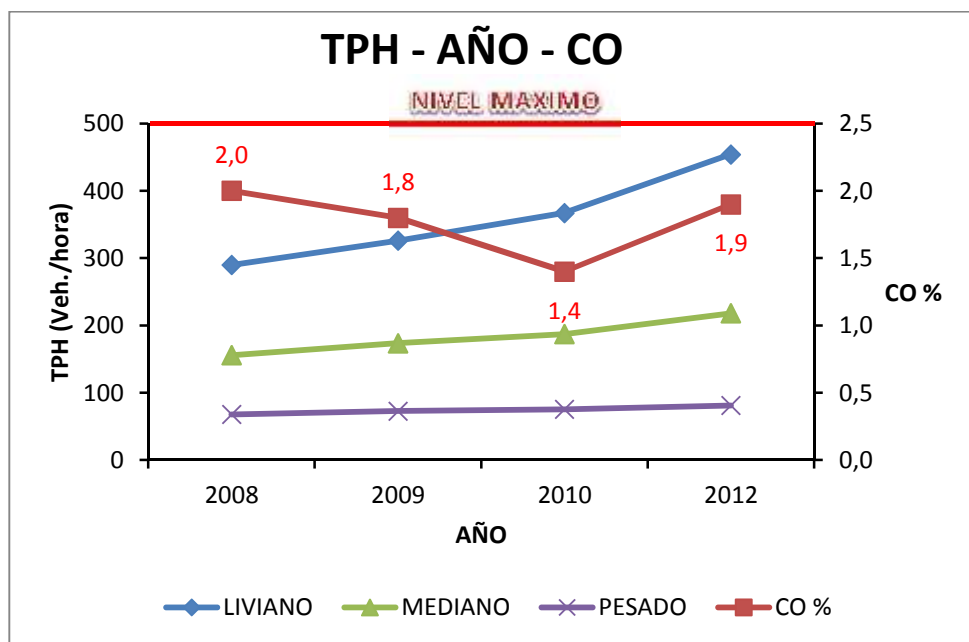
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.11. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y JUAN M. SARACHO



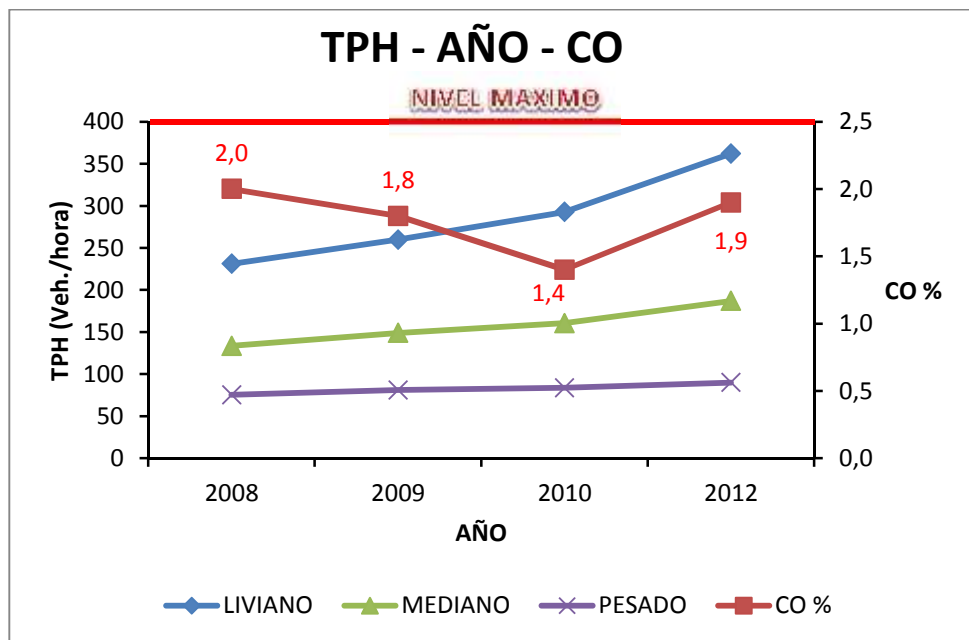
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.12. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y SUCRE



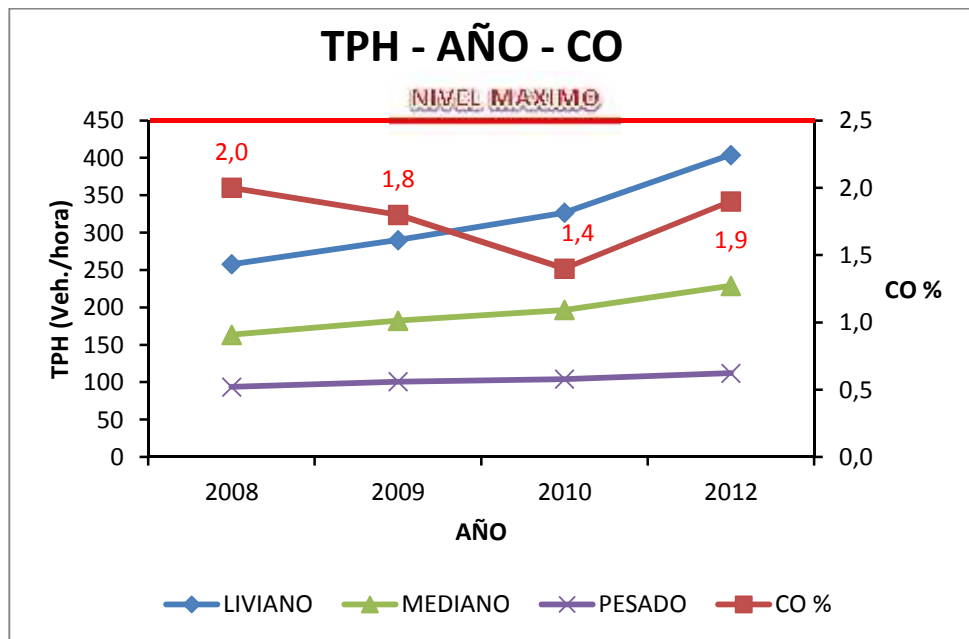
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.13. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y COLÓN



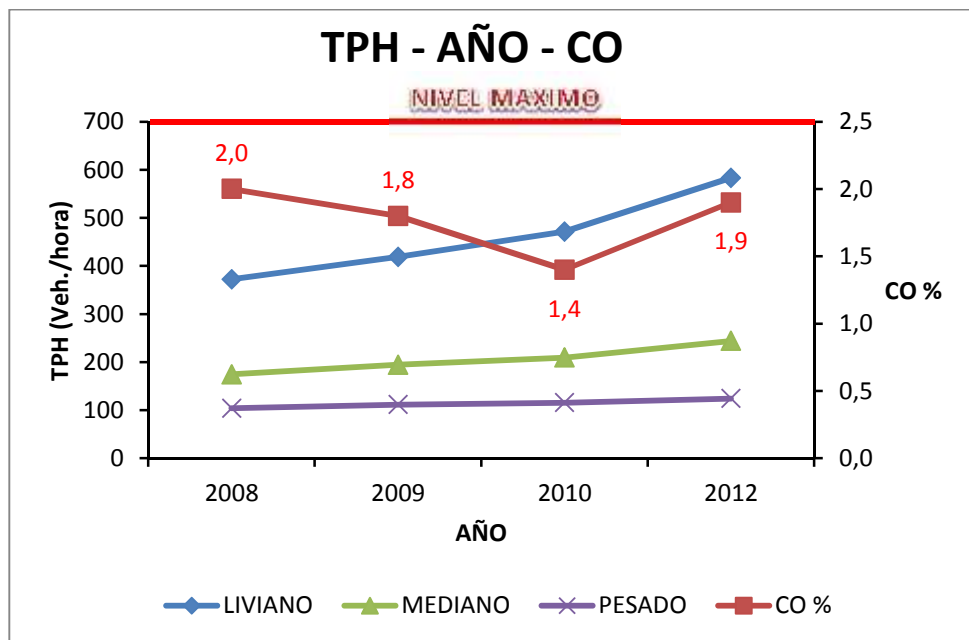
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.14. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y MÉNDEZ



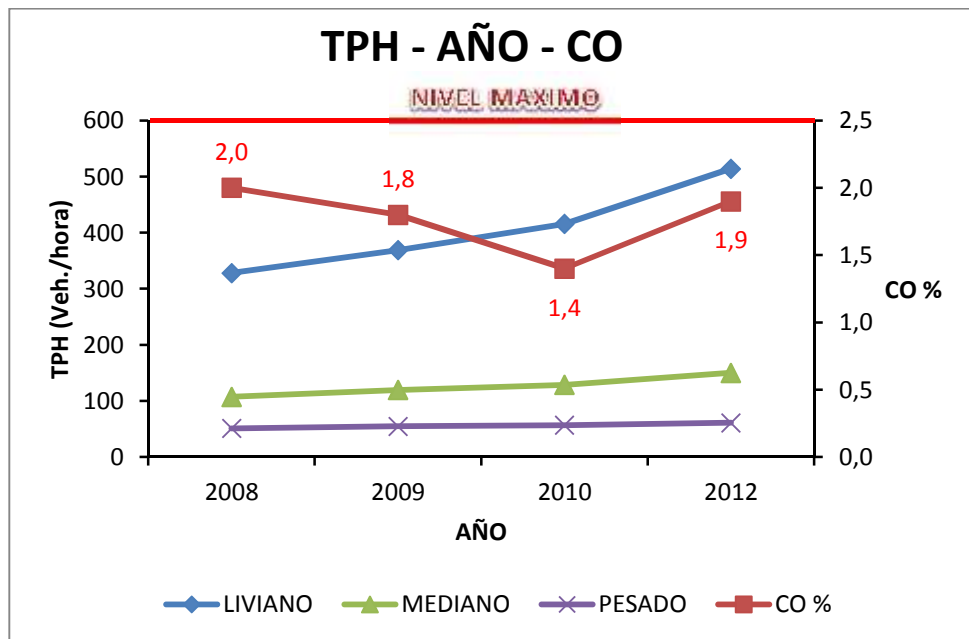
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.15. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y O'CONNOR



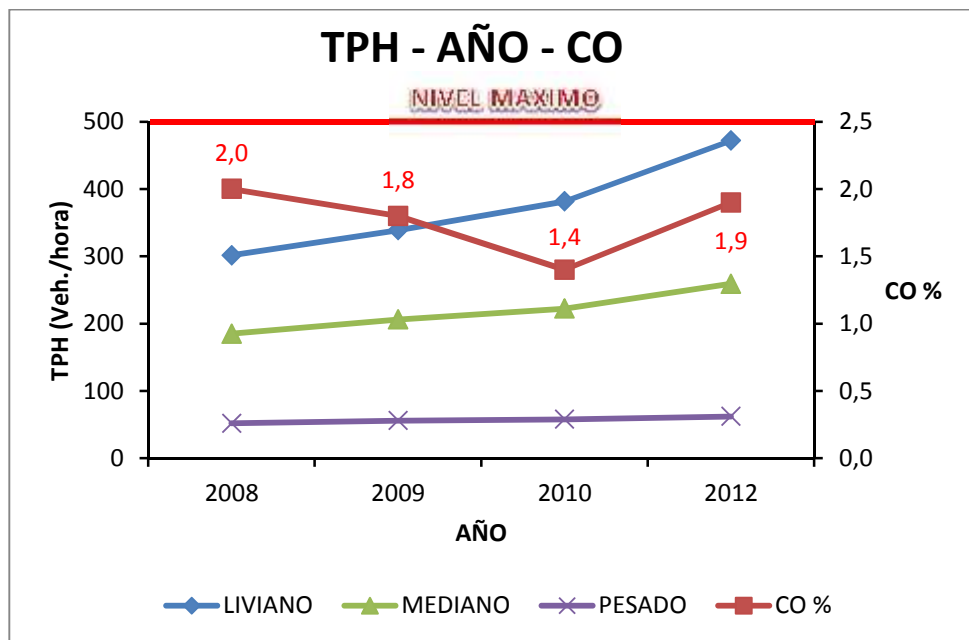
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.16. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE JUAN M. SARACHO



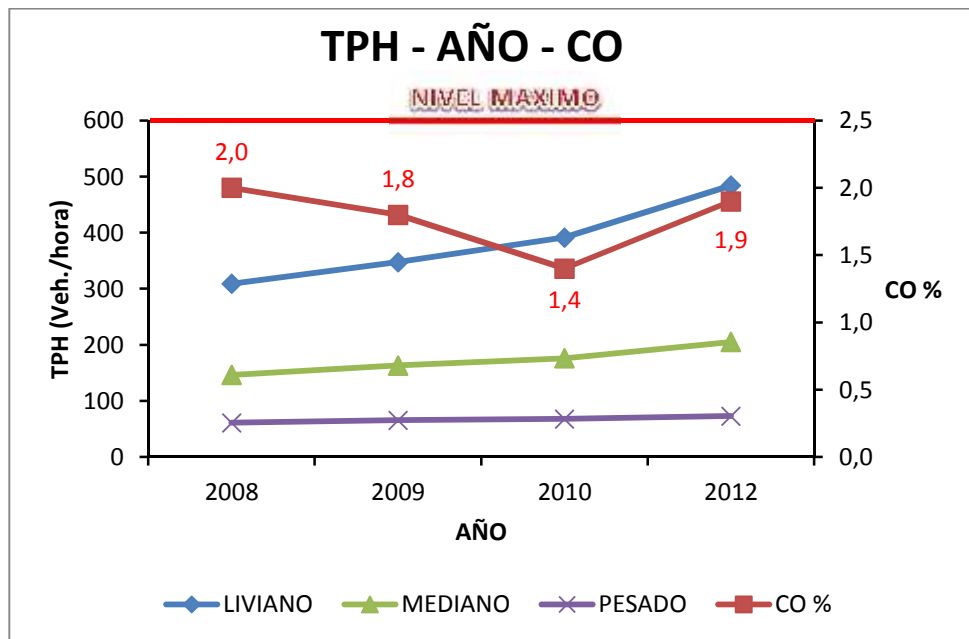
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.17. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE SUCRE



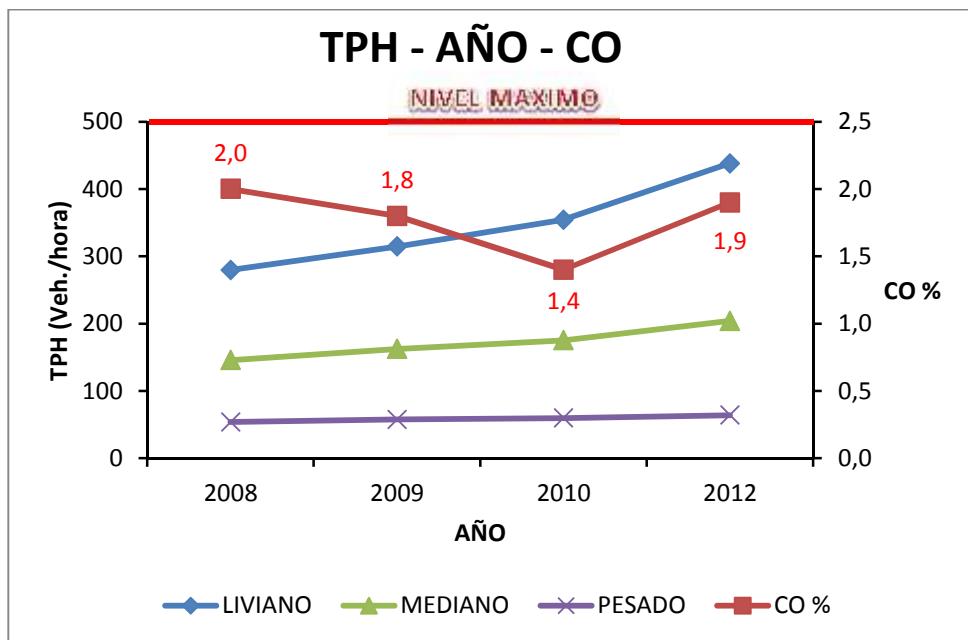
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.18. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE COLÓN



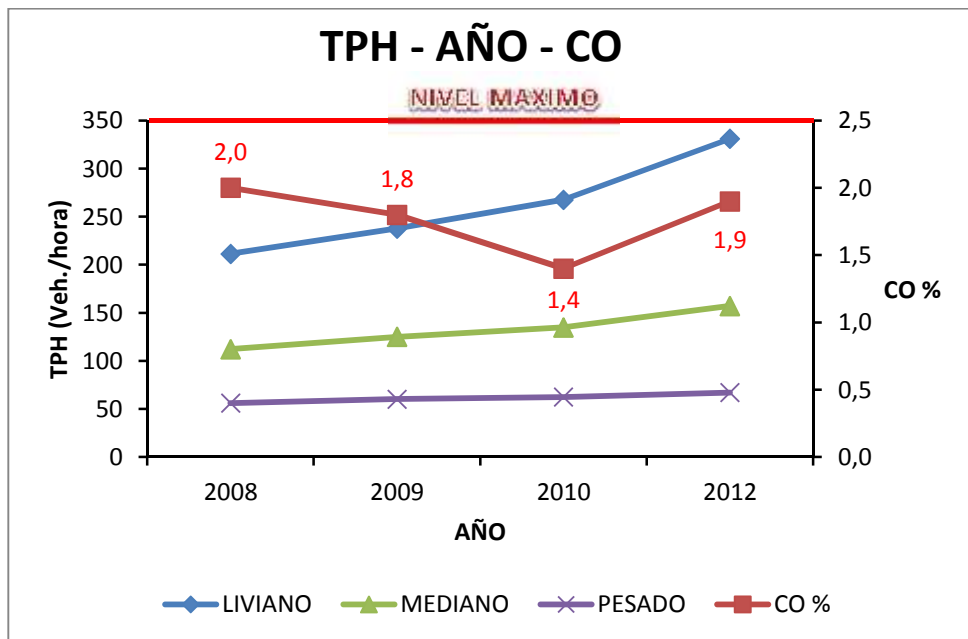
FUENTE: Elaboración Propia

4.19. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE MÉNDEZ



FUENTE: Elaboración Propia

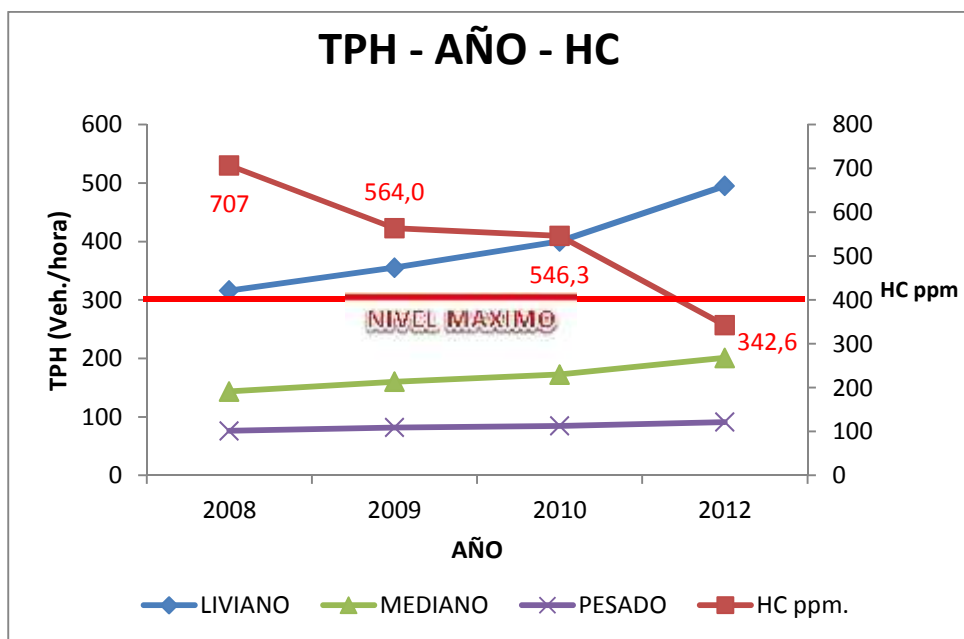
Fig. 4.20. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE O'CONNOR



FUENTE: Elaboración Propia

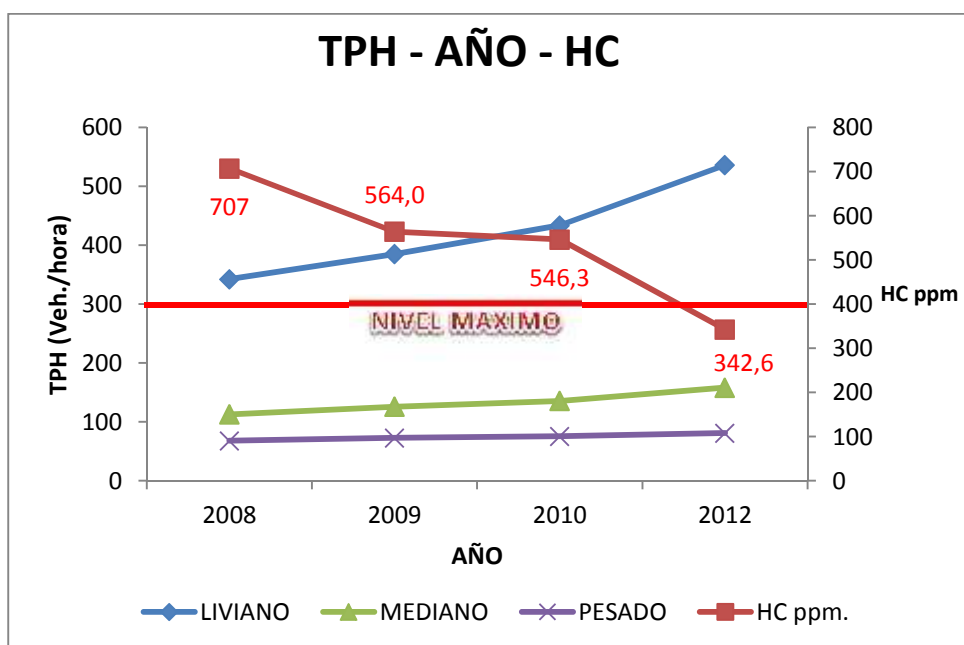
4.2.2. CURVA: TPH – AÑO – HC

Fig. 4.21. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y SUCRE



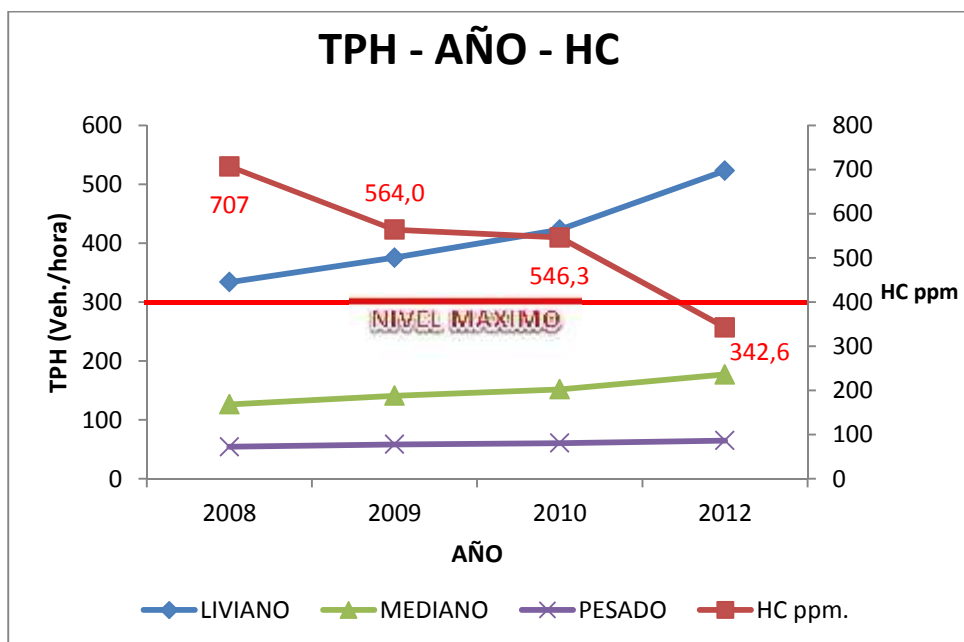
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.22. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y COLÓN



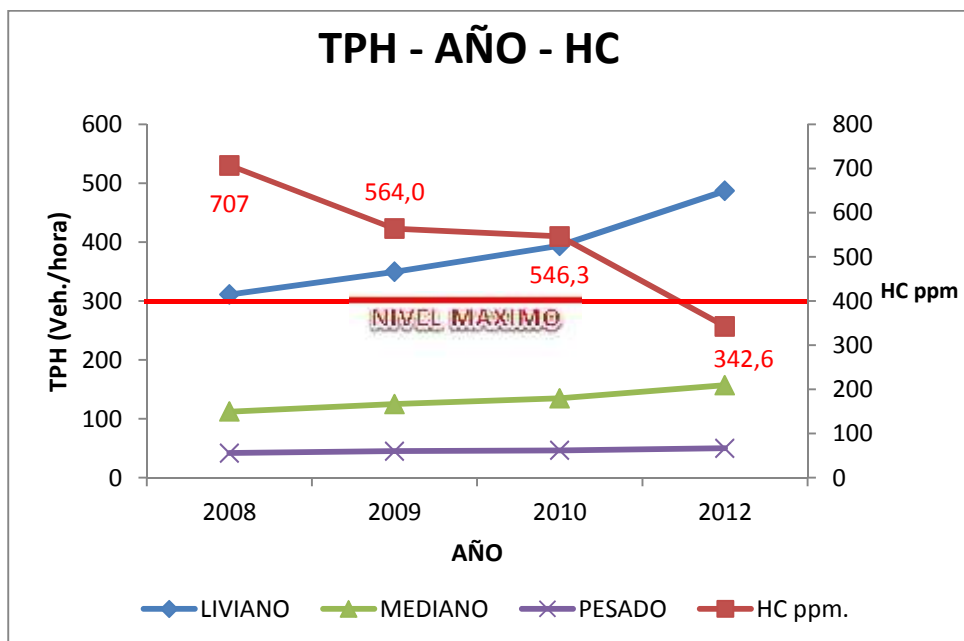
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.23. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y MÉNDEZ



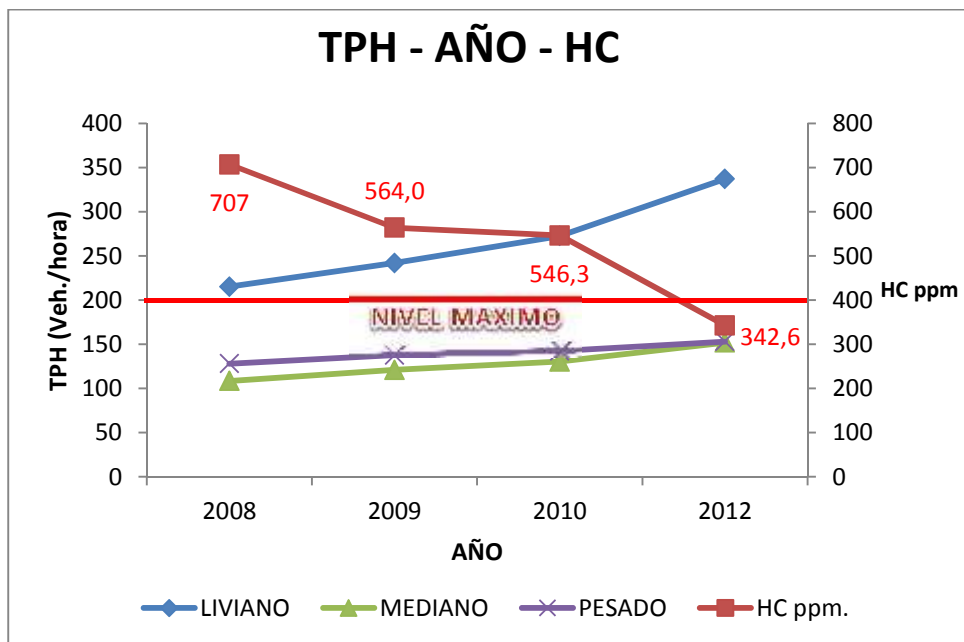
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.24. INTERSECCIÓN CALLE O'CONNOR Y AV. POTOSÍ



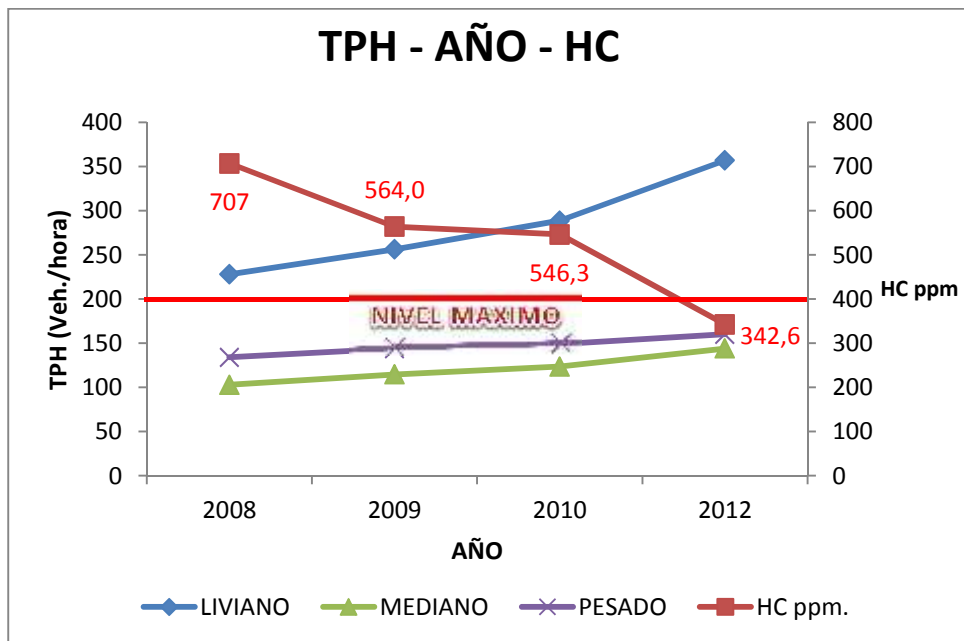
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.25. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE JUAN M. SARACHO



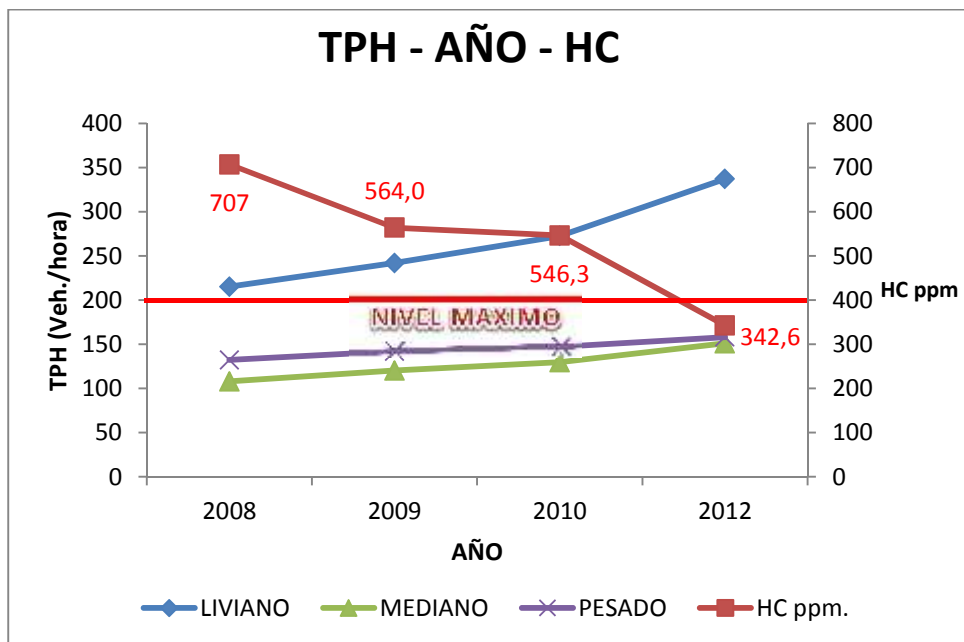
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.26. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO



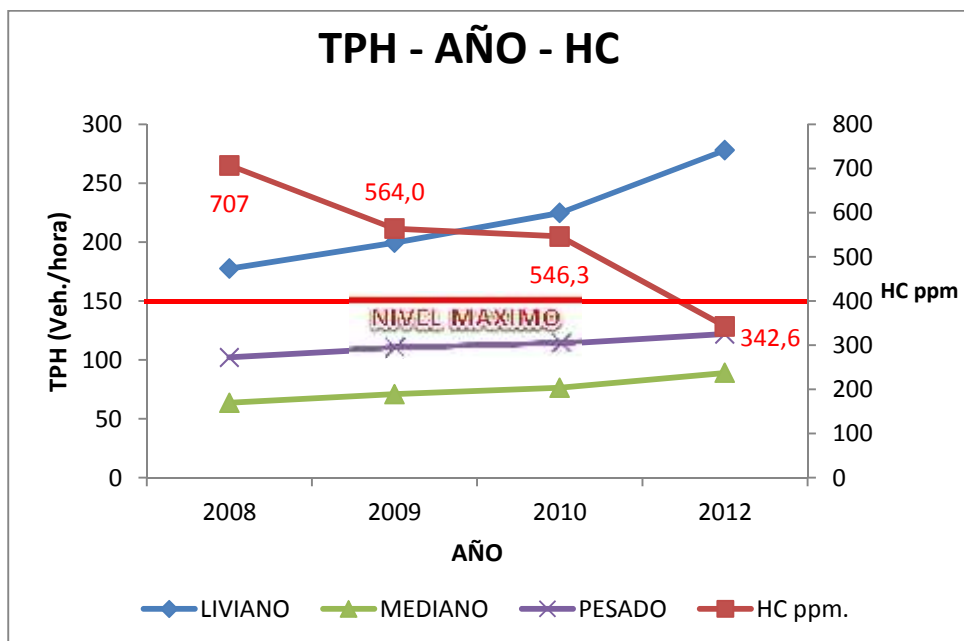
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.27. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y SUCRE



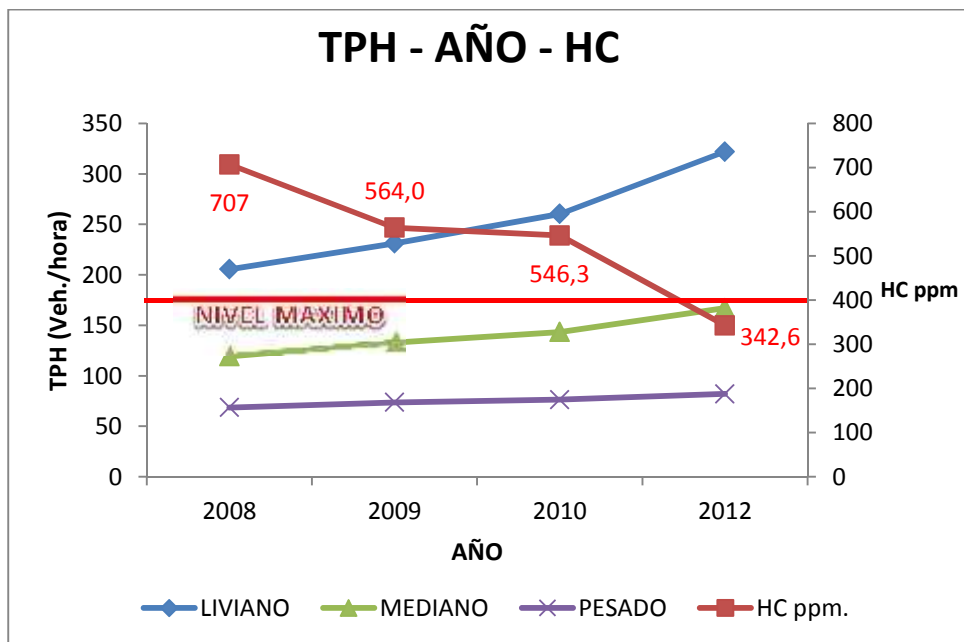
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.28. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y COLÓN



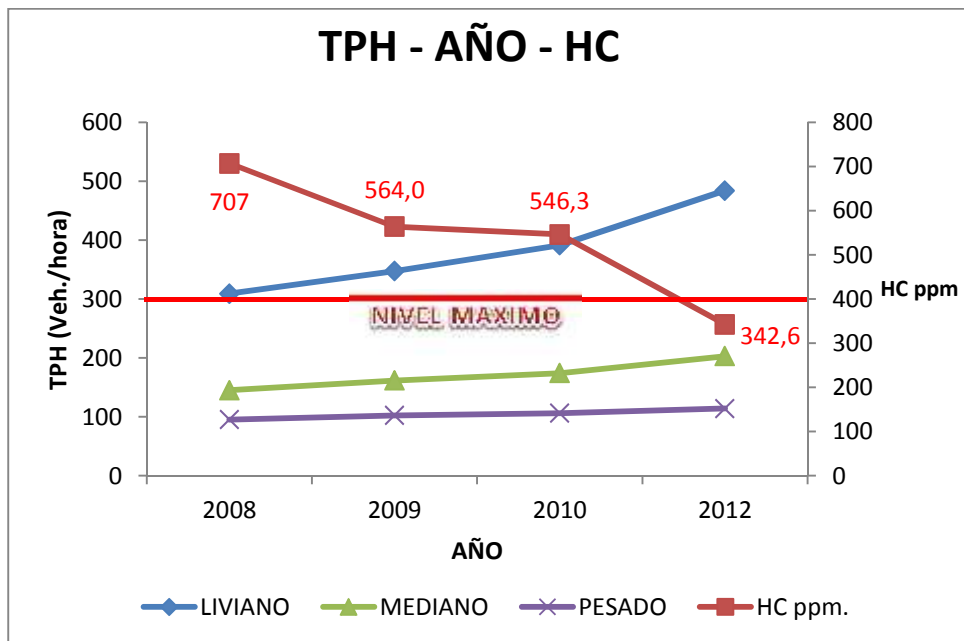
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.29. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y MÉNDEZ



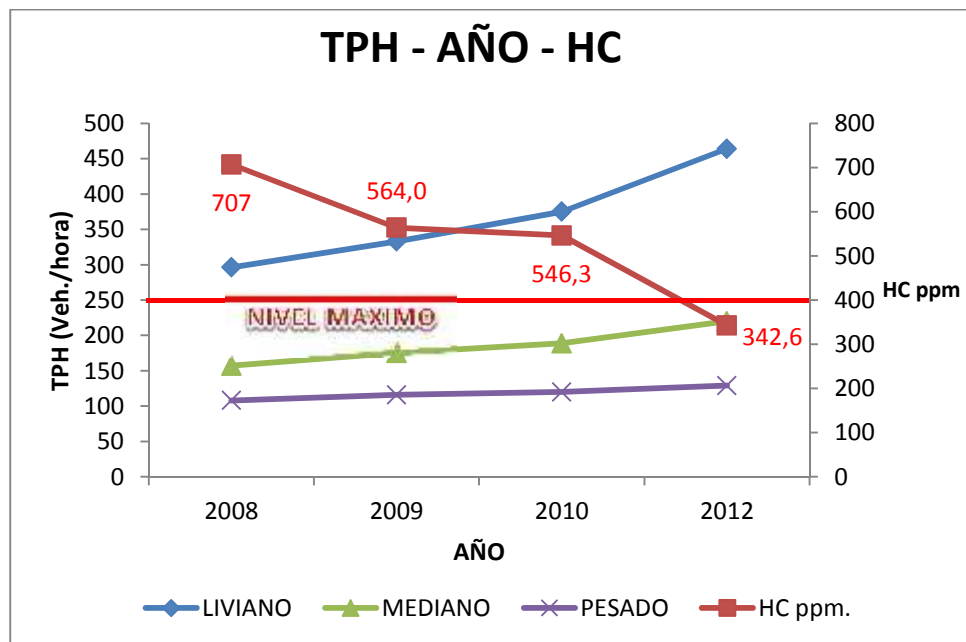
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.30. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y O'CONNOR



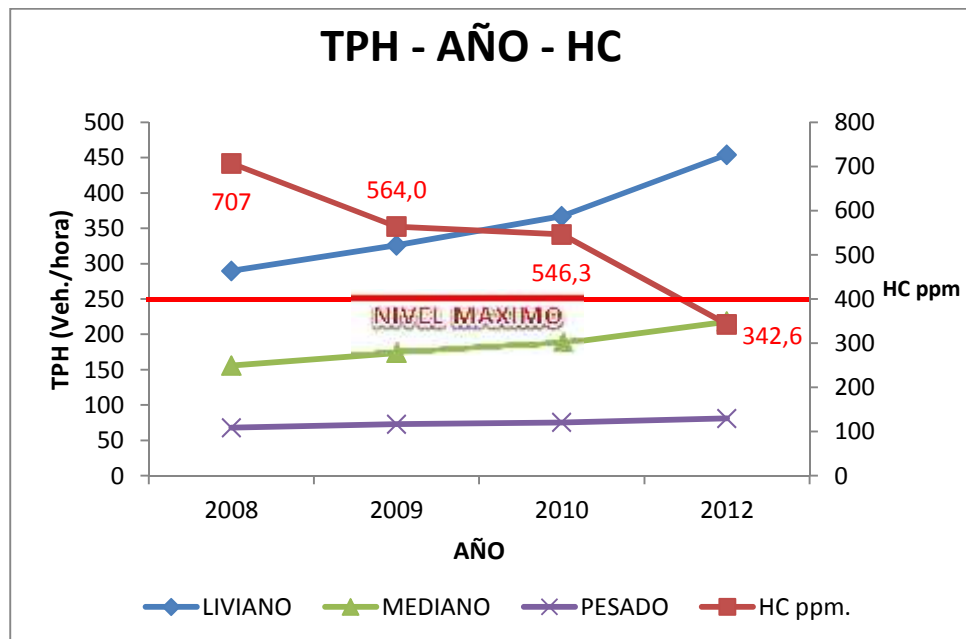
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.31. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y JUAN M. SARACHO



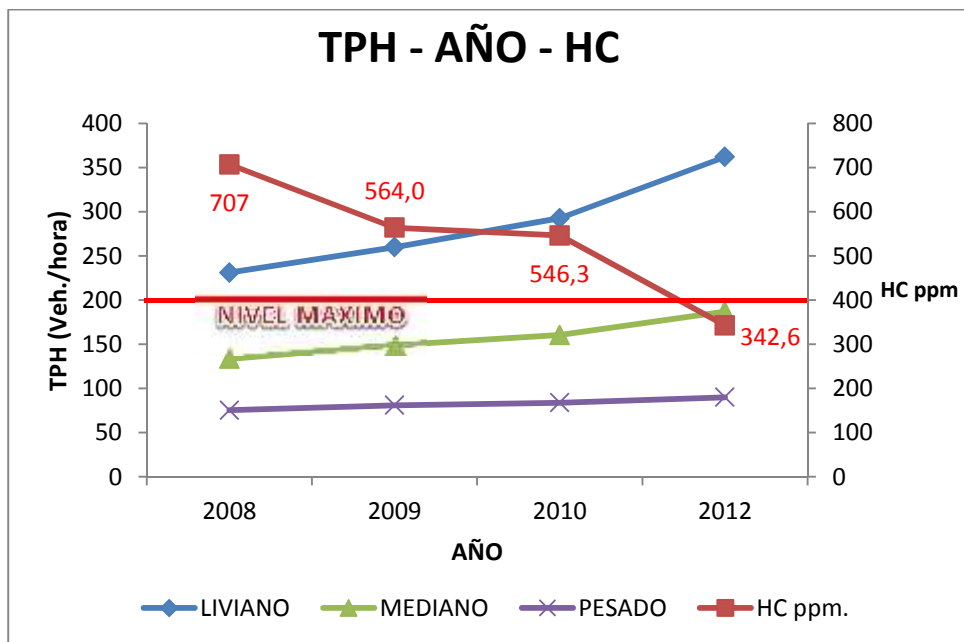
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.32. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y SUCRE



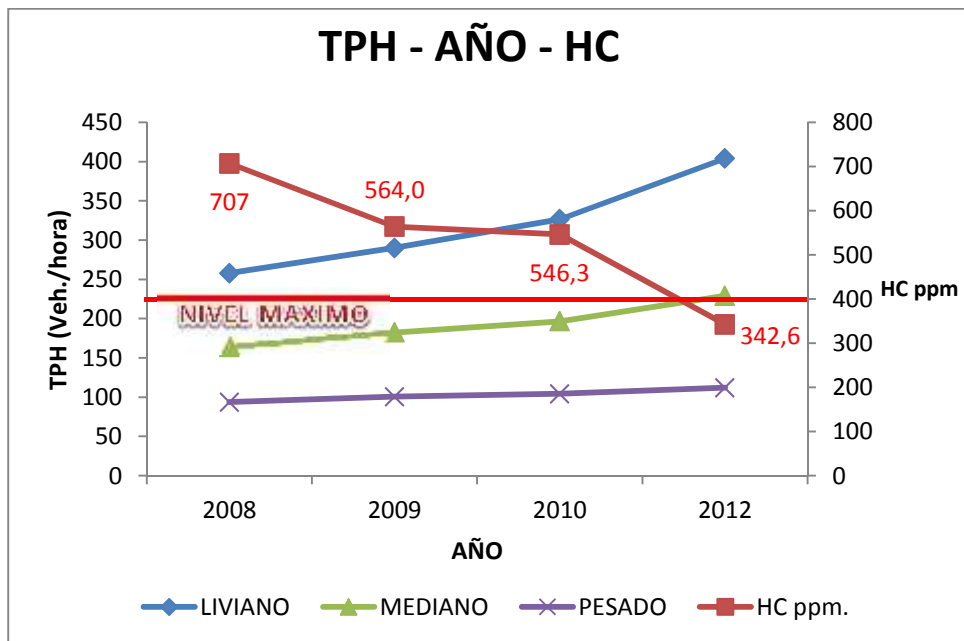
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.33. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y COLÓN



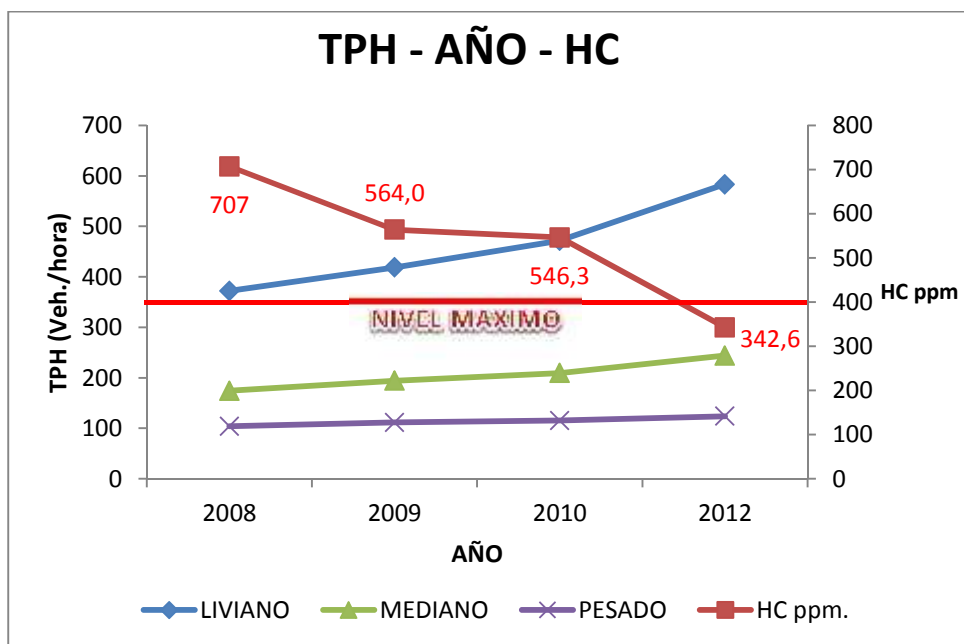
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.34. INTERSECCIÓN CALLE 15 ABRIL Y MÉNDEZ



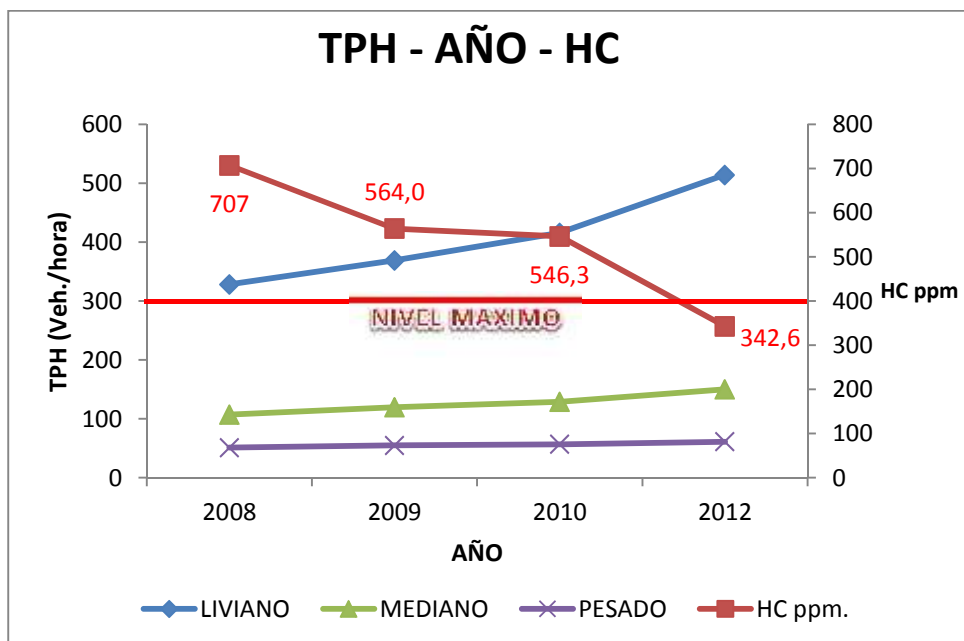
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.35. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y O'CONNOR



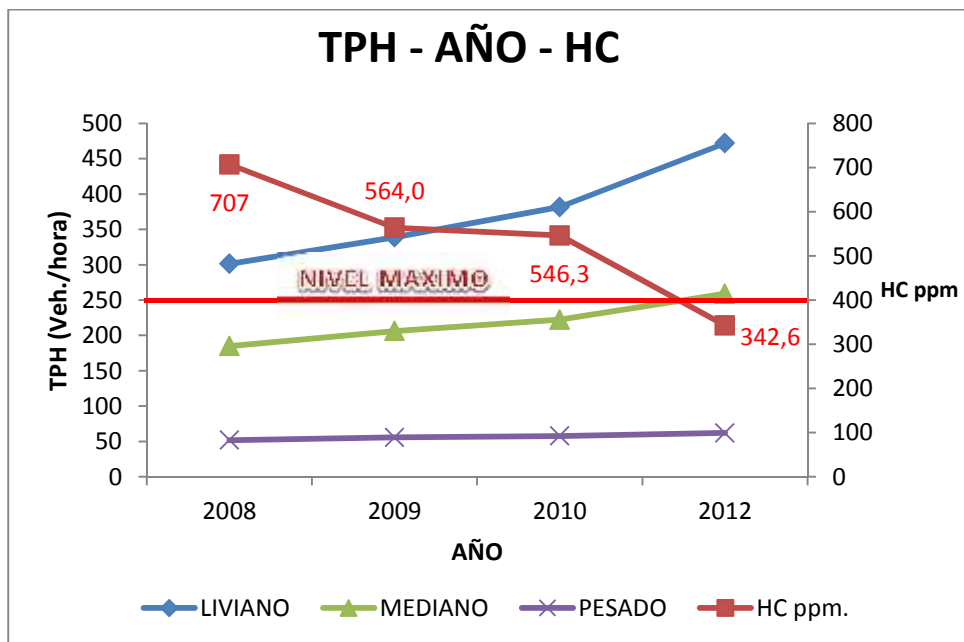
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.36. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE JUAN M. SARACHO



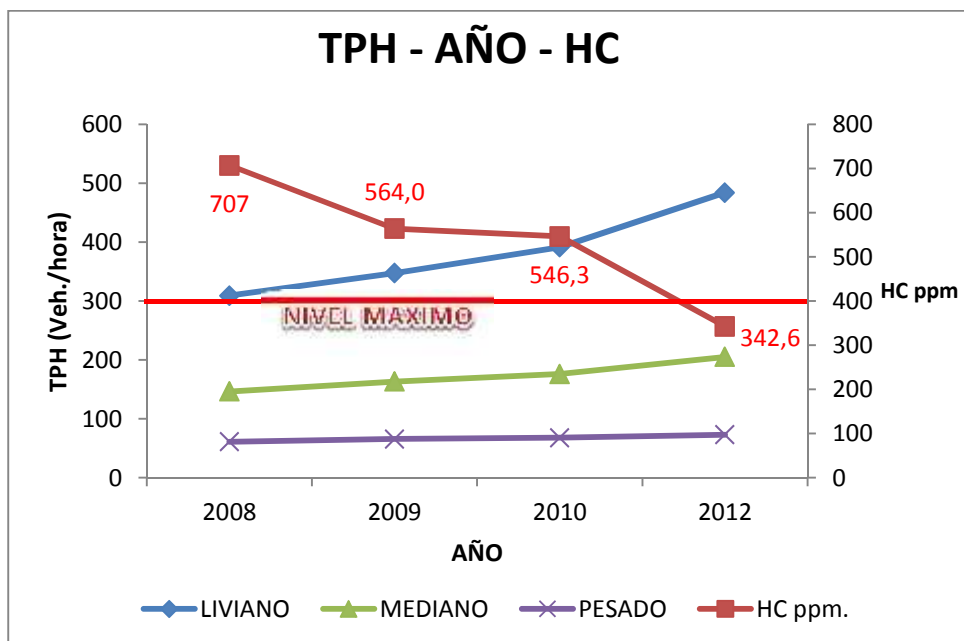
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.37. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE SUCRE



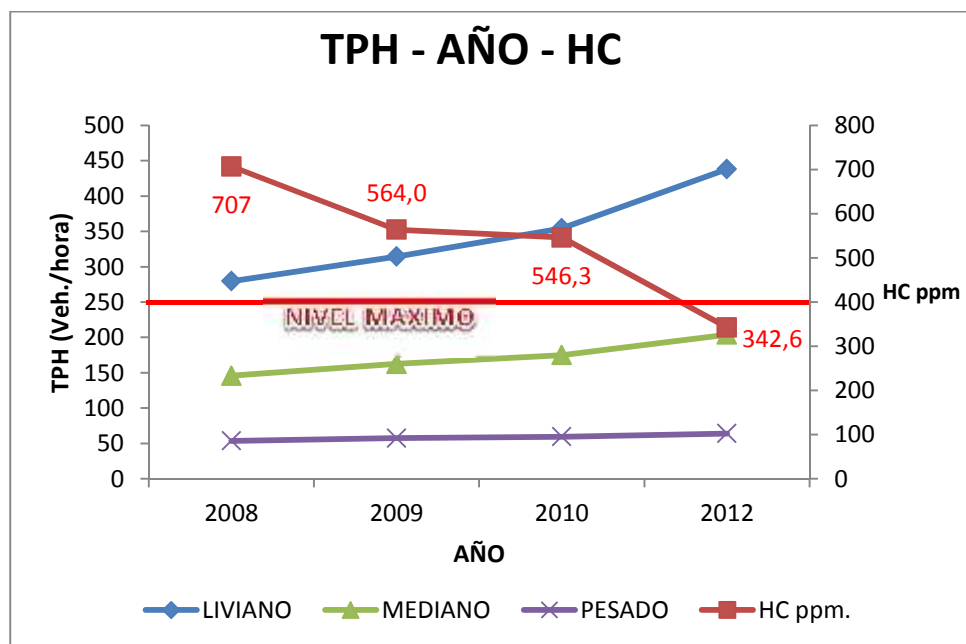
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.38. INTERSECCION AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE COLÓN



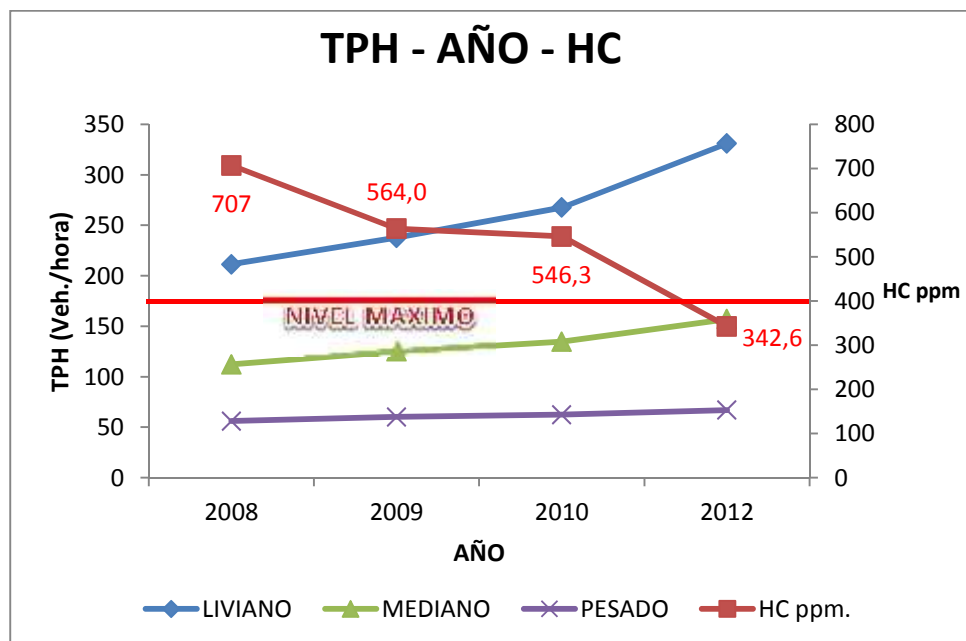
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.39. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE MÉNDEZ



FUENTE: Elaboración Propia

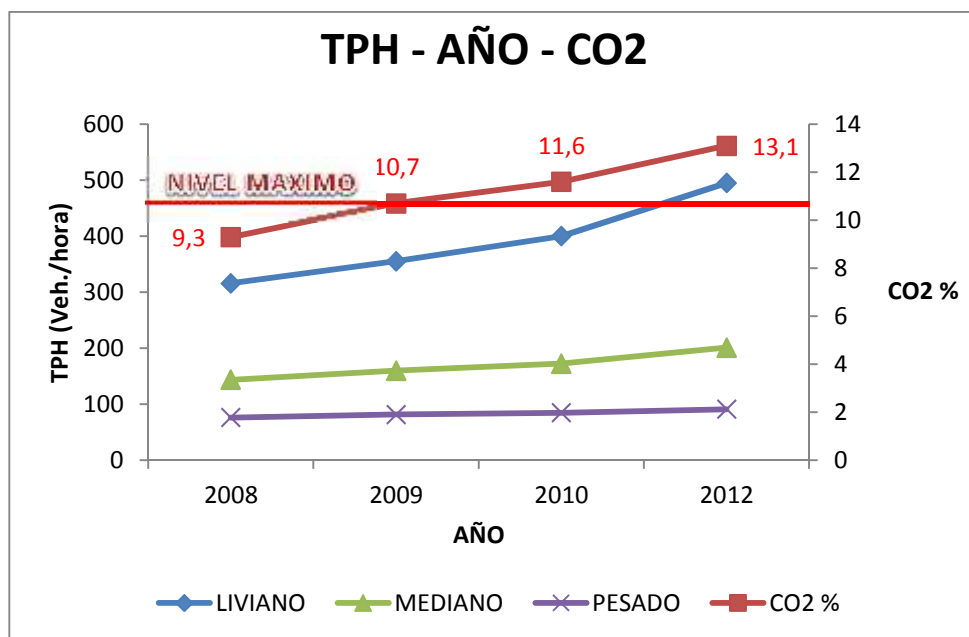
Fig. 4.40. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE O'CONNOR



FUENTE: Elaboración Propia

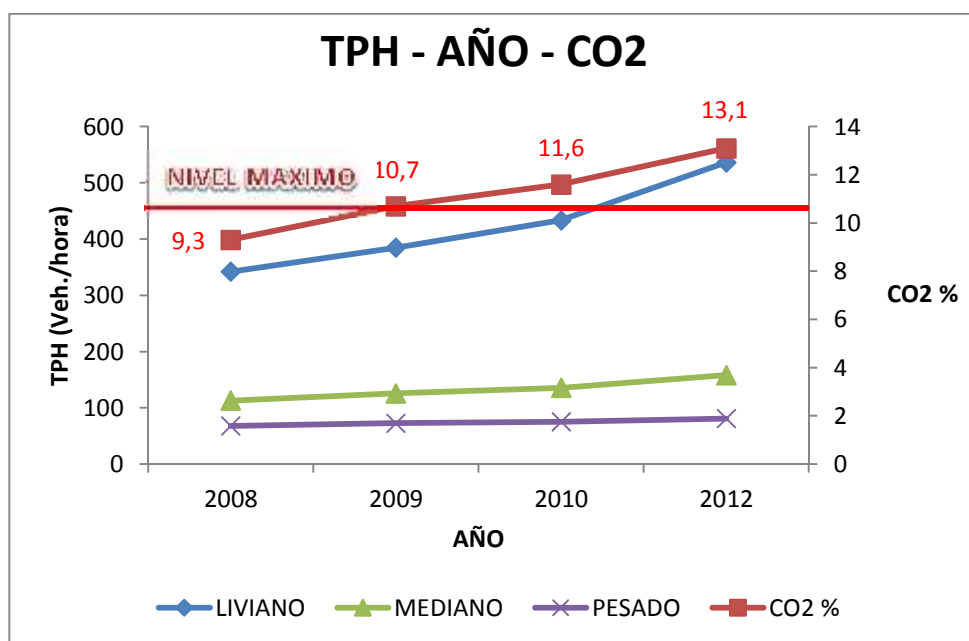
4.2.3. CURVA: TPH – AÑO – CO₂

Fig. 4.41. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y SUCRE



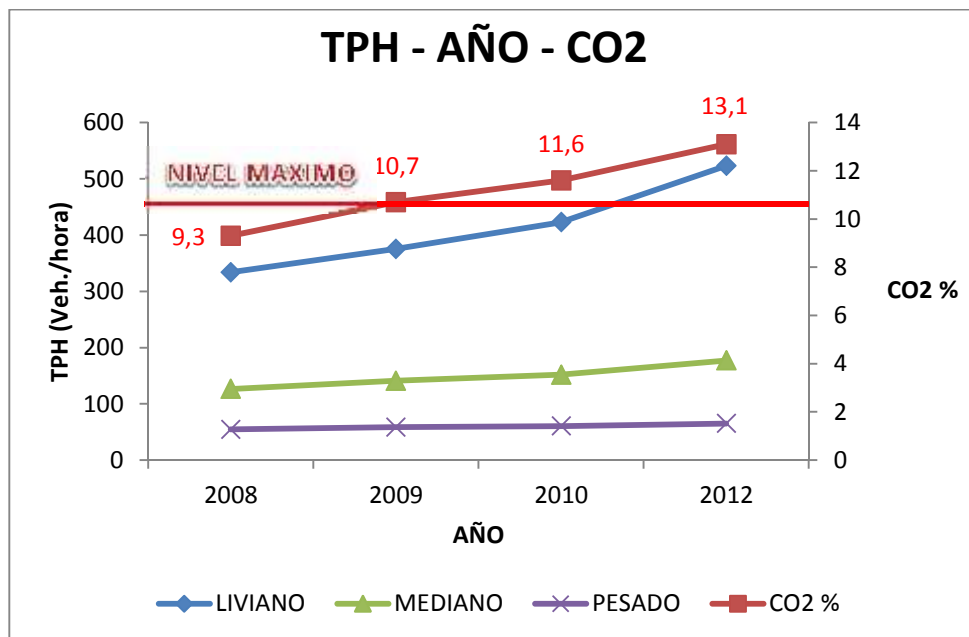
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.42. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y COLÓN



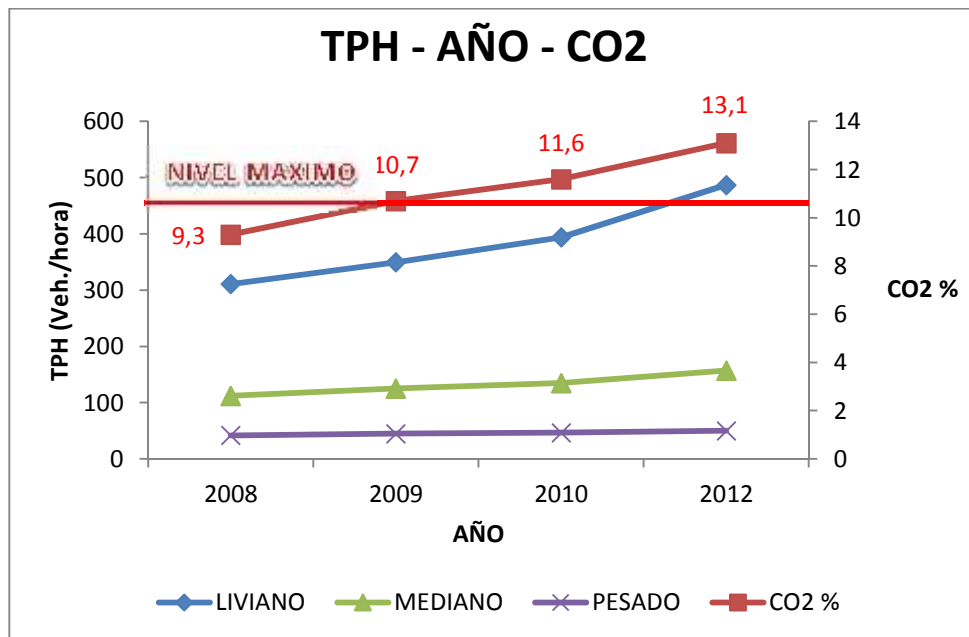
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.43. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y MÉNDEZ



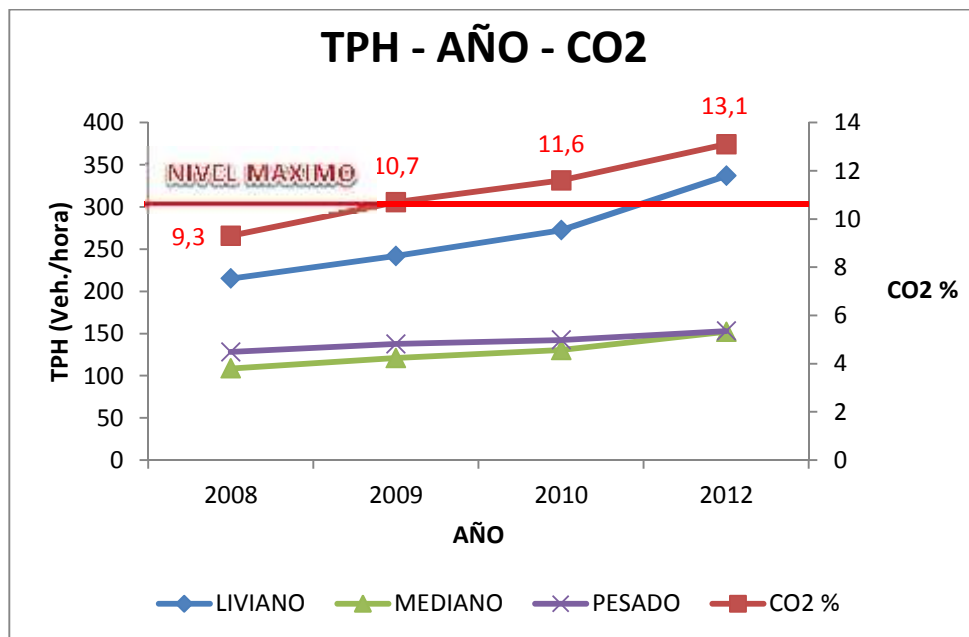
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.44. INTERSECCIÓN CALLE O'CONNOR Y AV. POTOSÍ



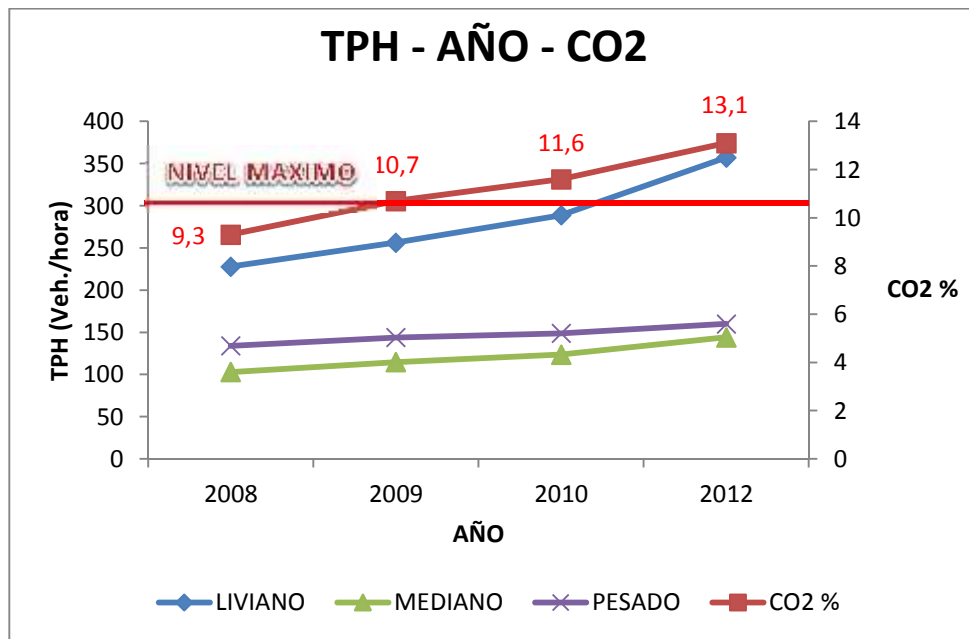
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.45. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE JUAN M. SARACHO



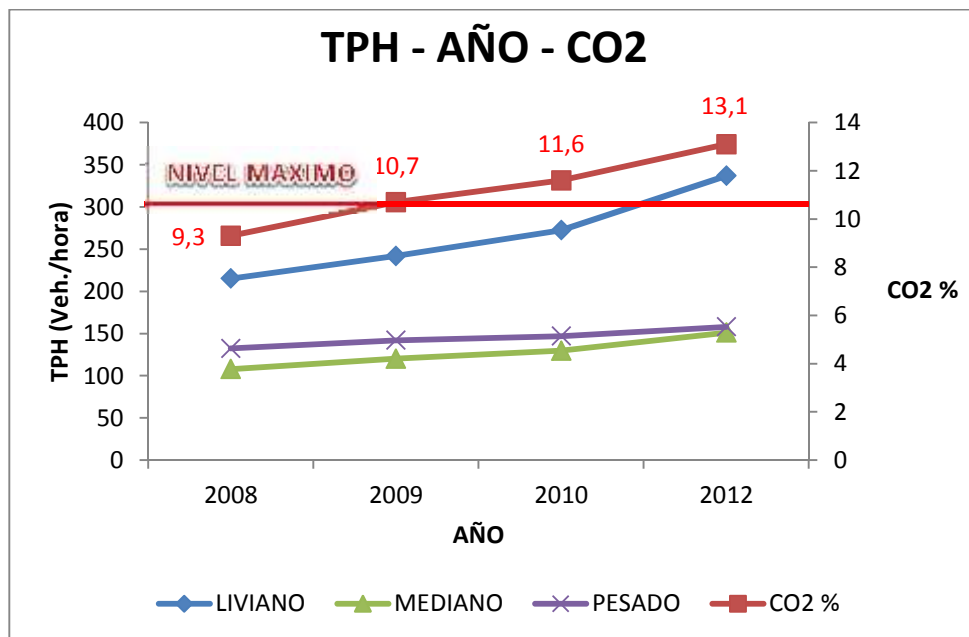
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.46. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO



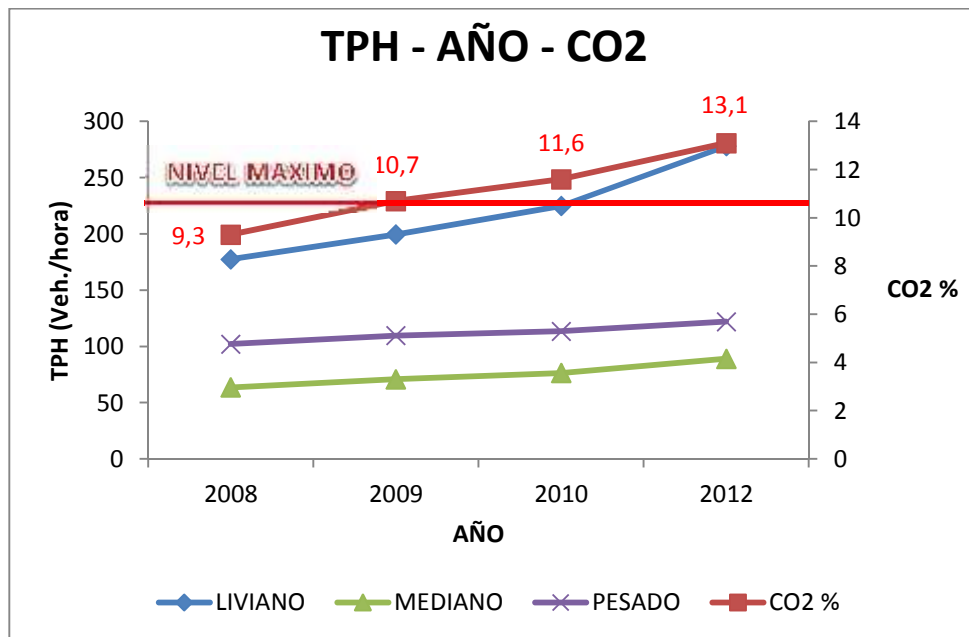
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.47. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y SUCRE



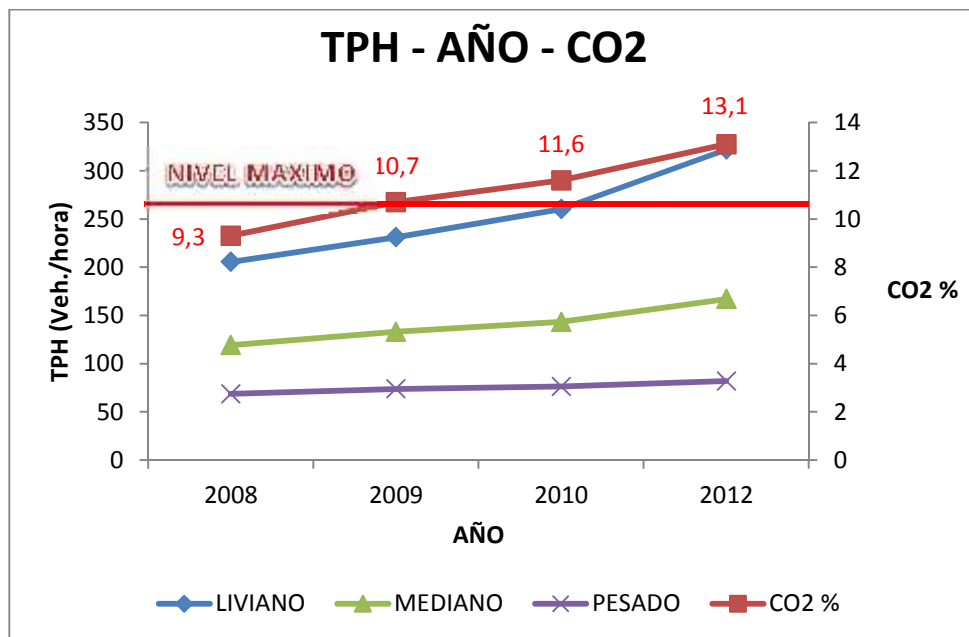
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.48. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y COLÓN



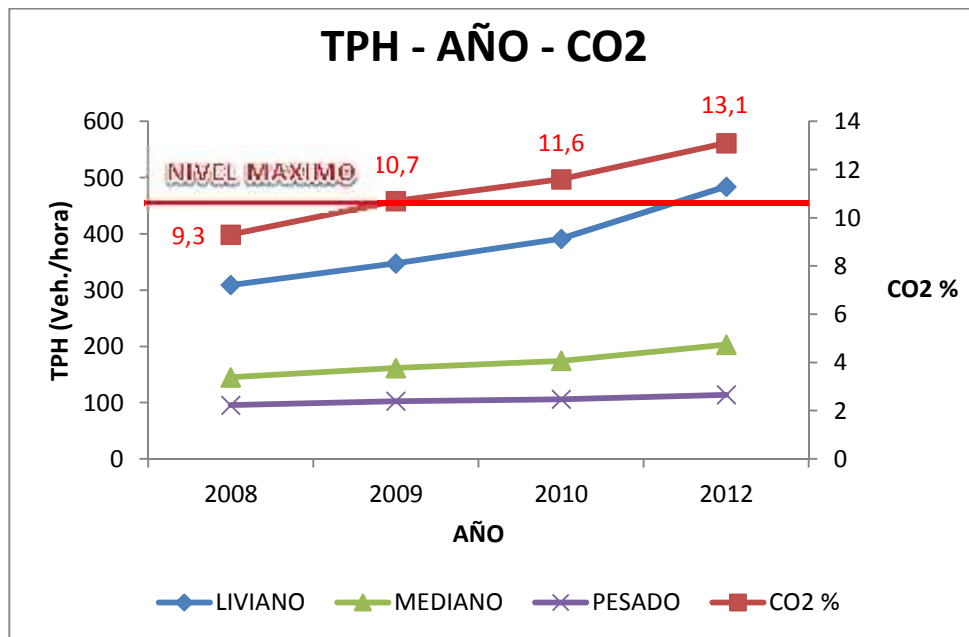
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.49. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y MÉNDEZ



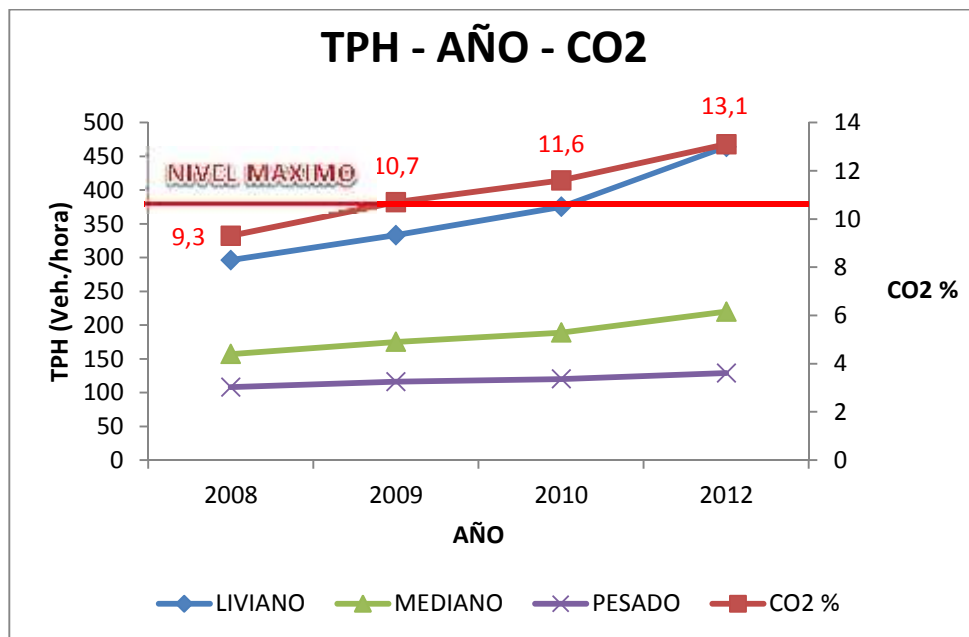
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.50. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y O'CONNOR



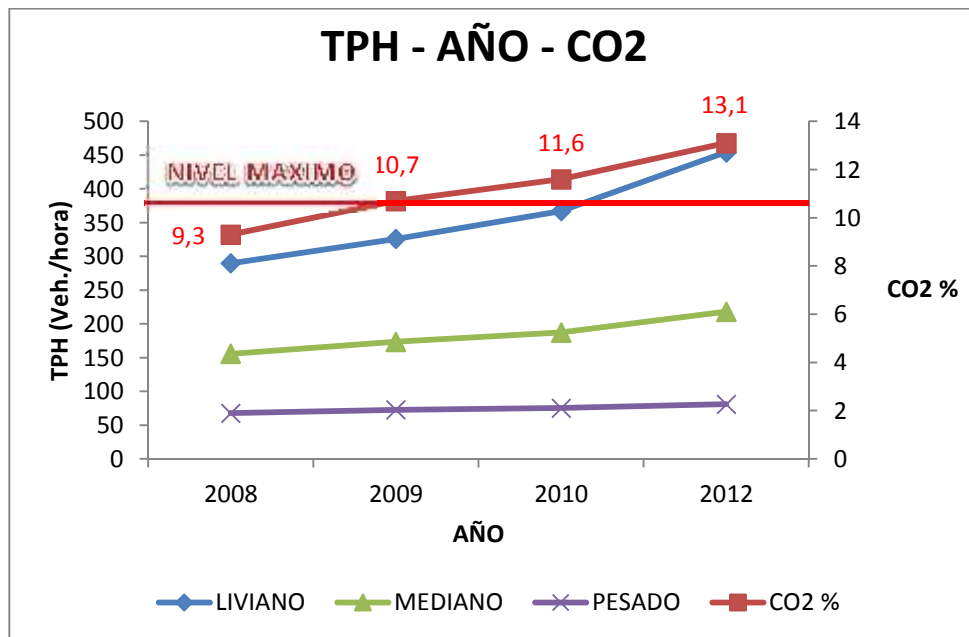
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.51. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y JUAN M. SARACHO



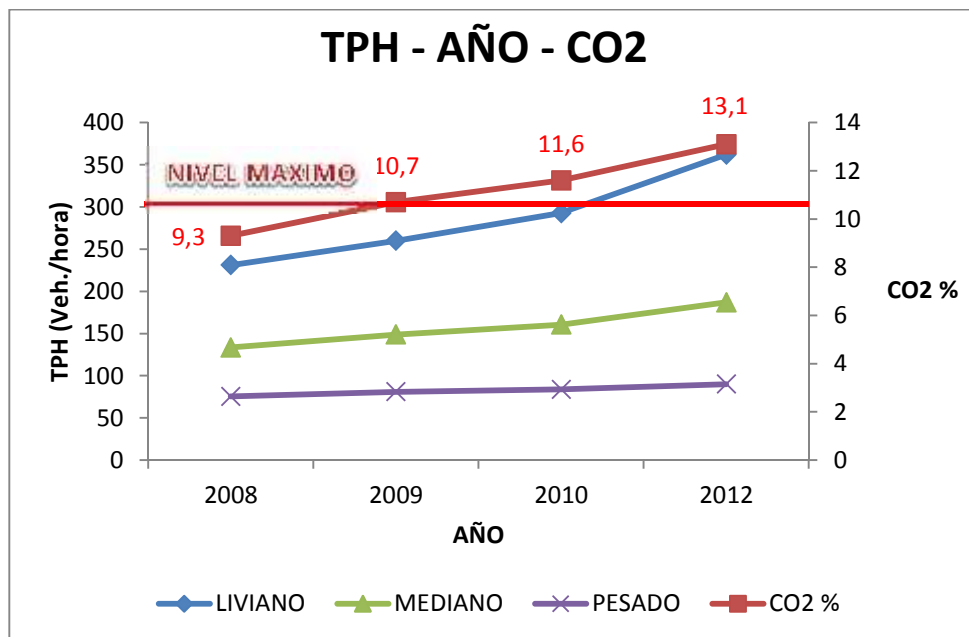
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.52. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y SUCRE



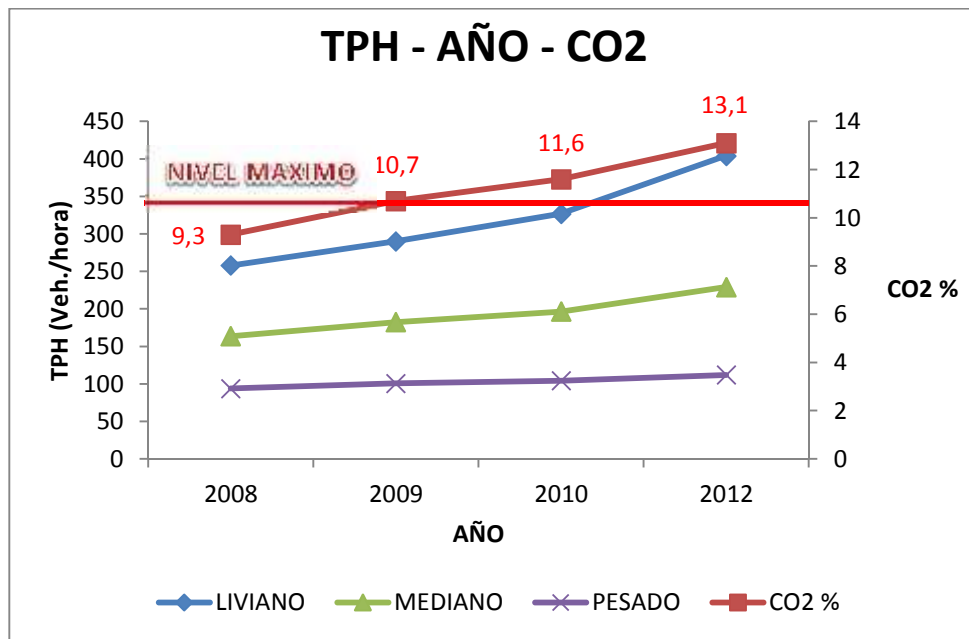
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.53. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y COLÓN



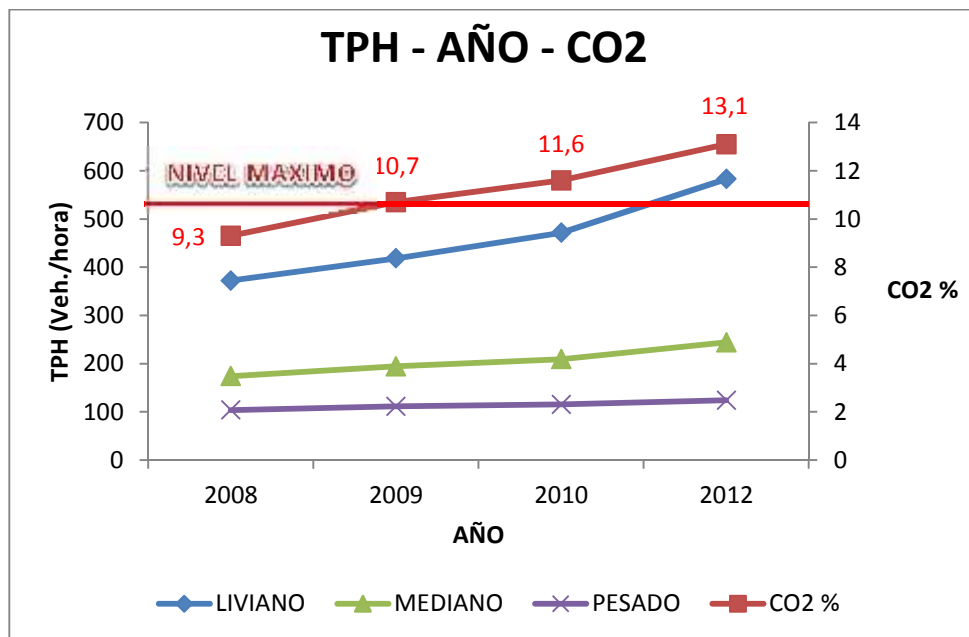
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.54. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y MÉNDEZ



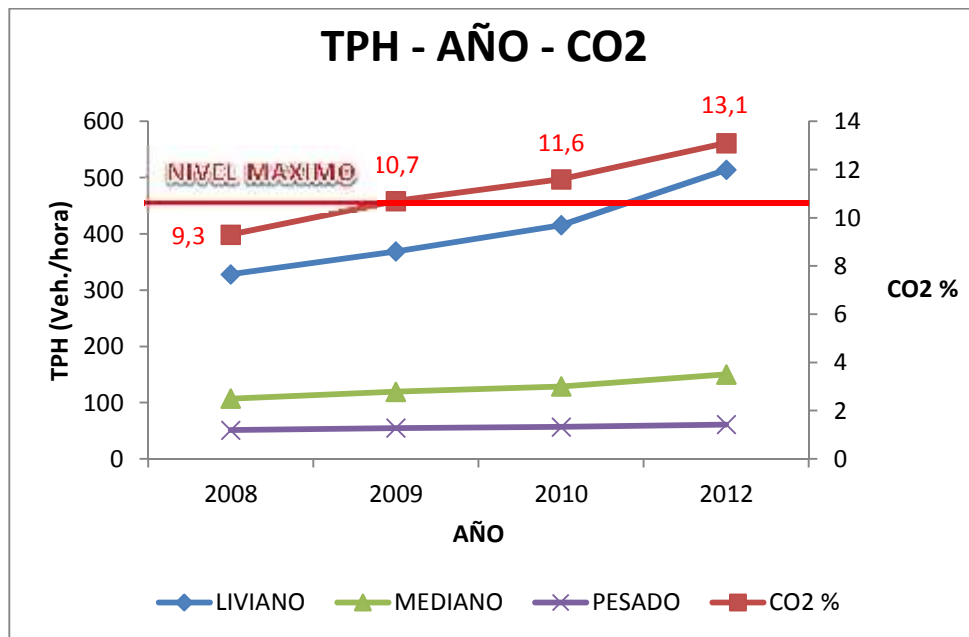
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.55. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y O'CONNOR



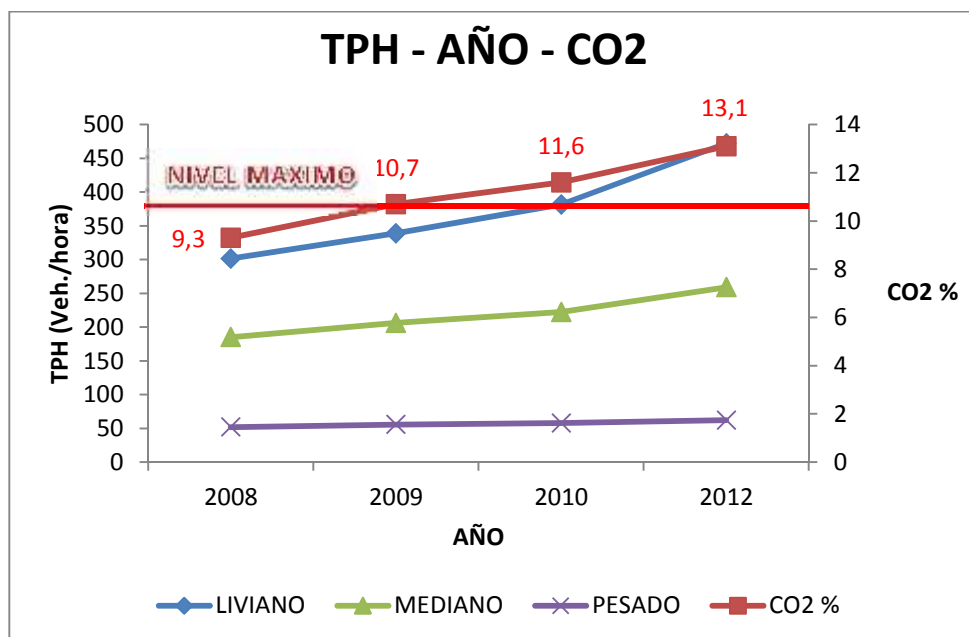
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.56. INTERSECCIÓN AV LAS AMÉRICAS Y CALLE JUAN M. SARACHO



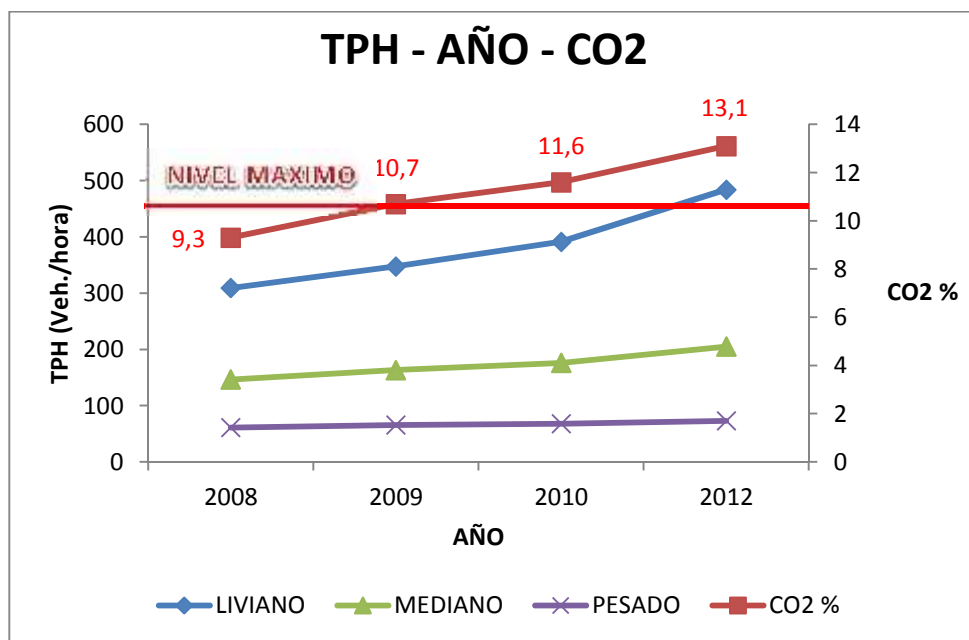
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.57. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE SUCRE



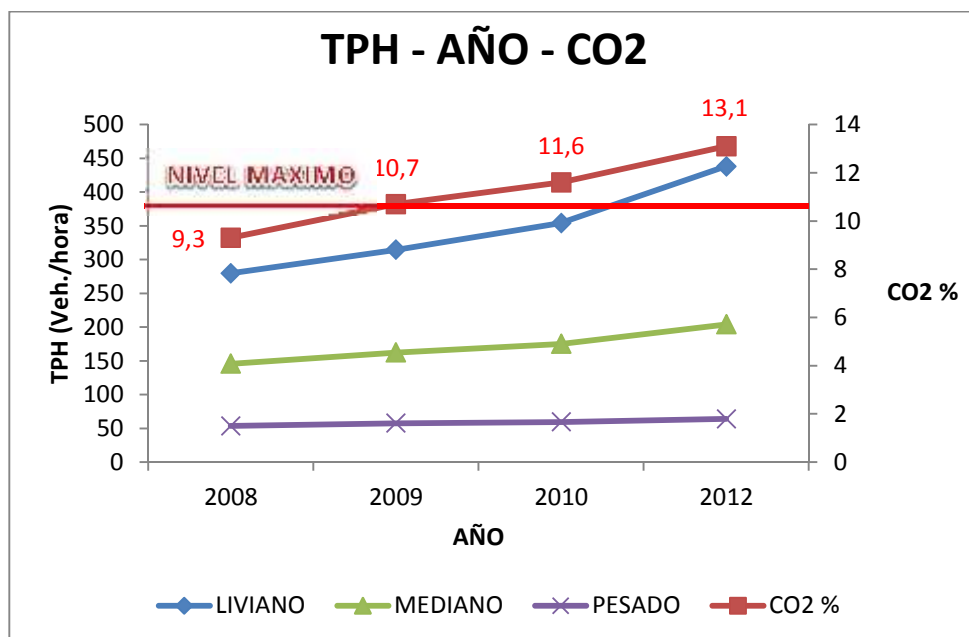
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.58. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE COLÓN



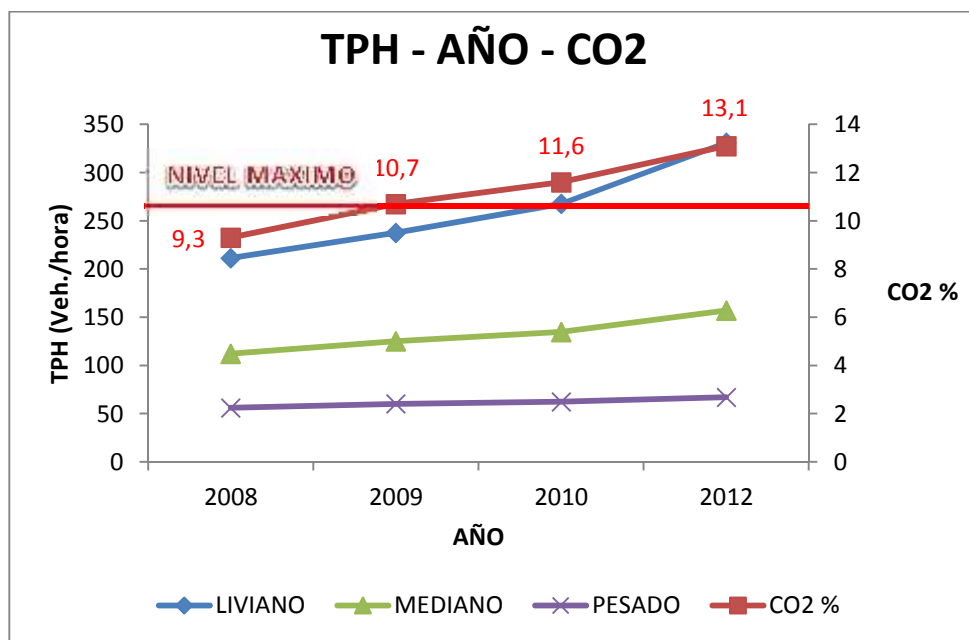
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.59. INTERSECCION AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE MÉNDEZ



FUENTE: Elaboración Propia

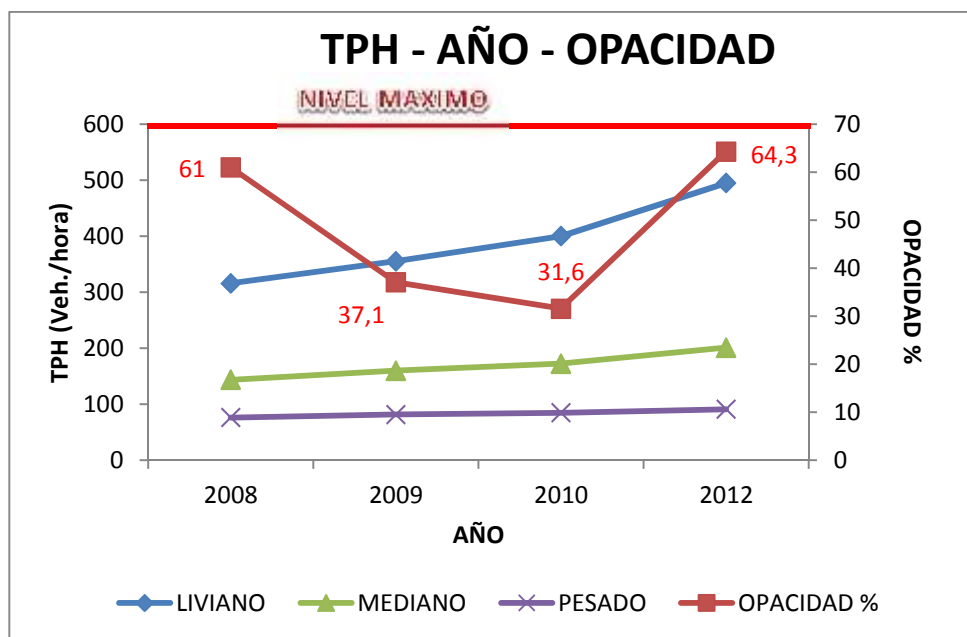
Fig. 4.60. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE O'CONNOR



FUENTE: Elaboración Propia

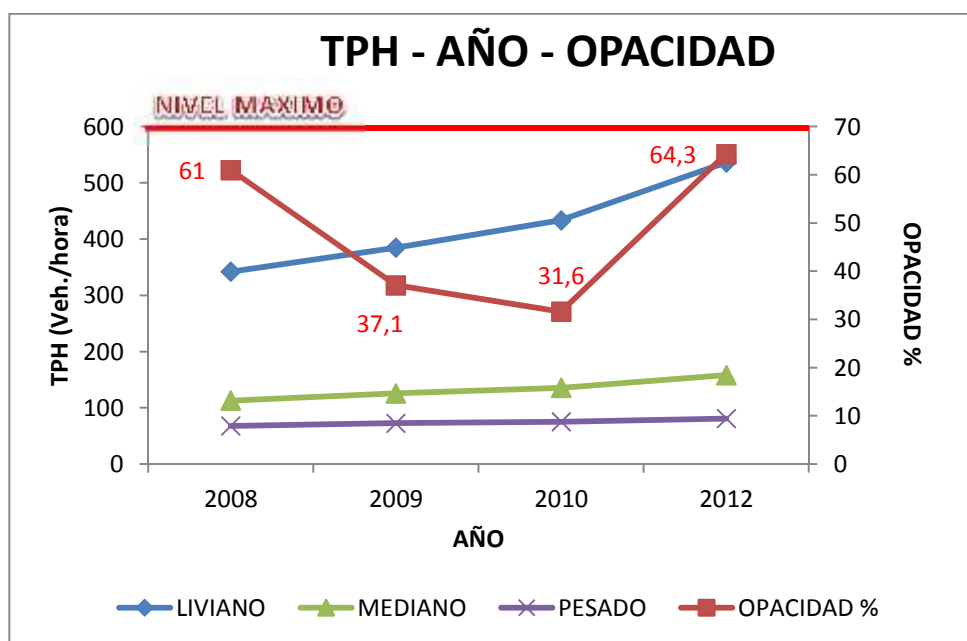
4.2.4. CURVA TPH – AÑO – OPACIDAD (VEHÍCULOS A DIESEL)

Fig. 4.61. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y SUCRE



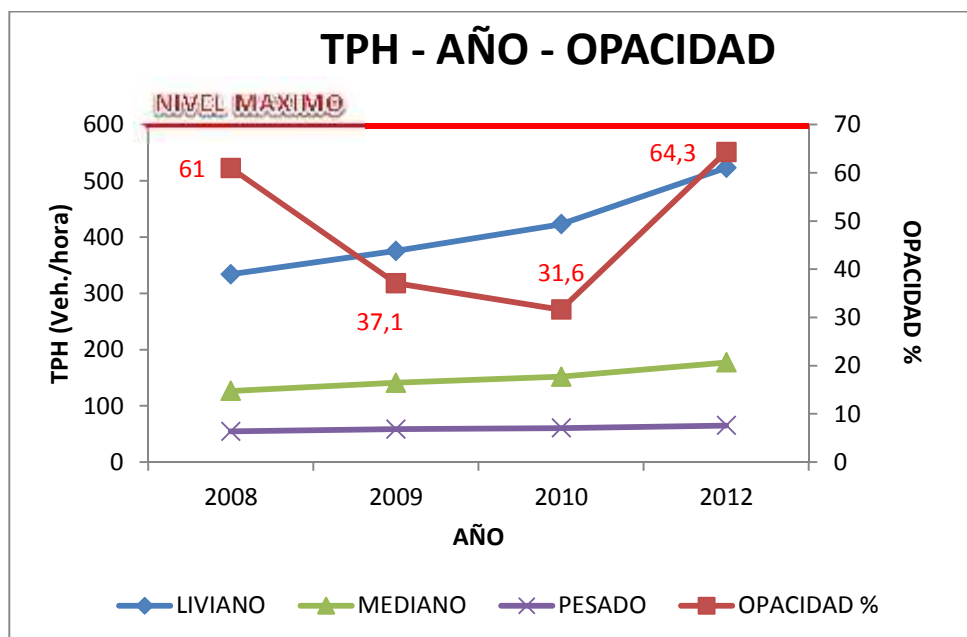
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.62. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y COLÓN



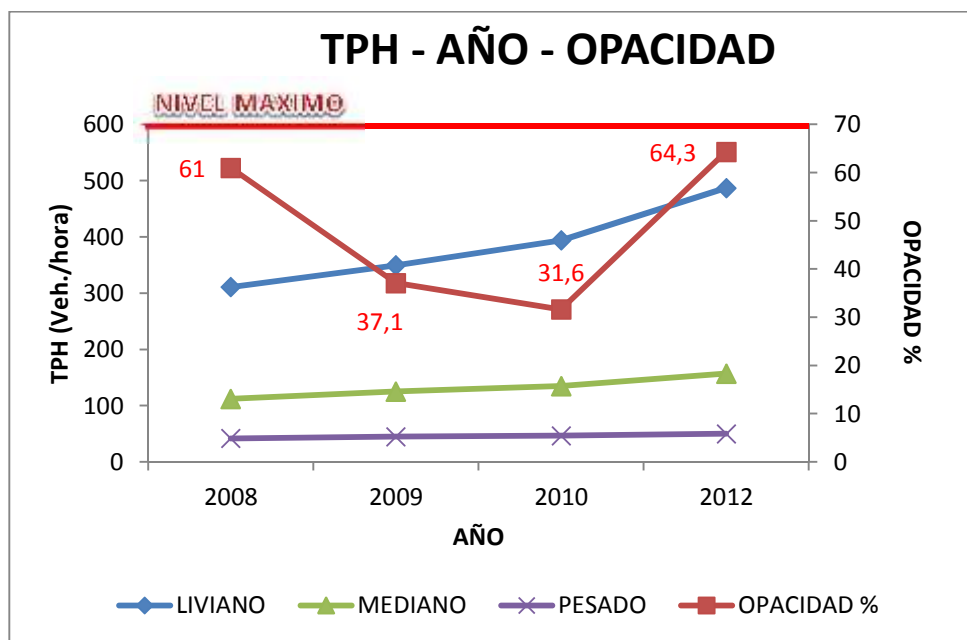
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.63. INTERSECCIÓN CALLE COCHABAMBA Y MÉNDEZ



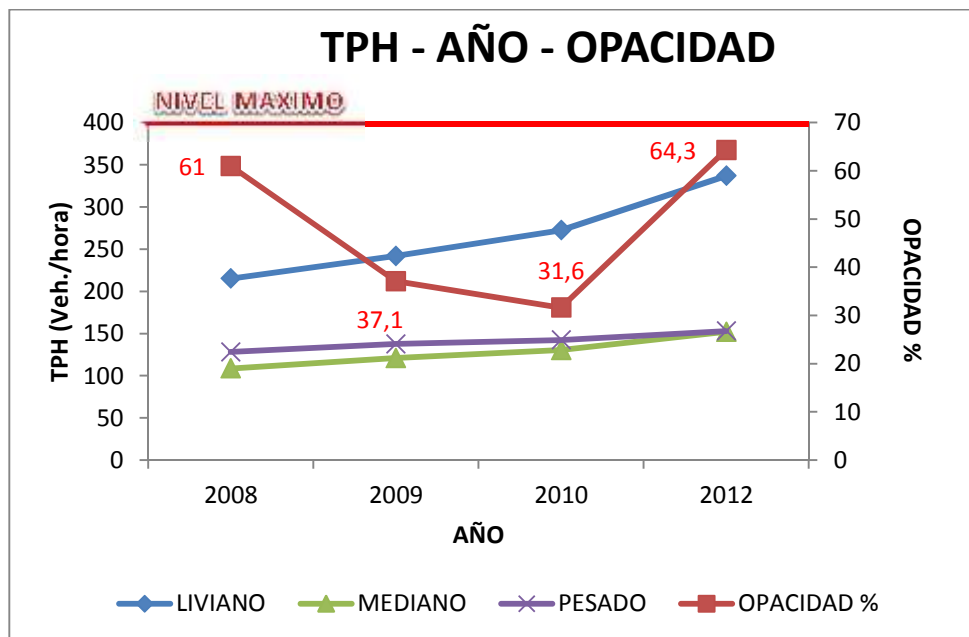
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.64. INTERSECCIÓN CALLE O'CONNOR Y AV. POTOSÍ



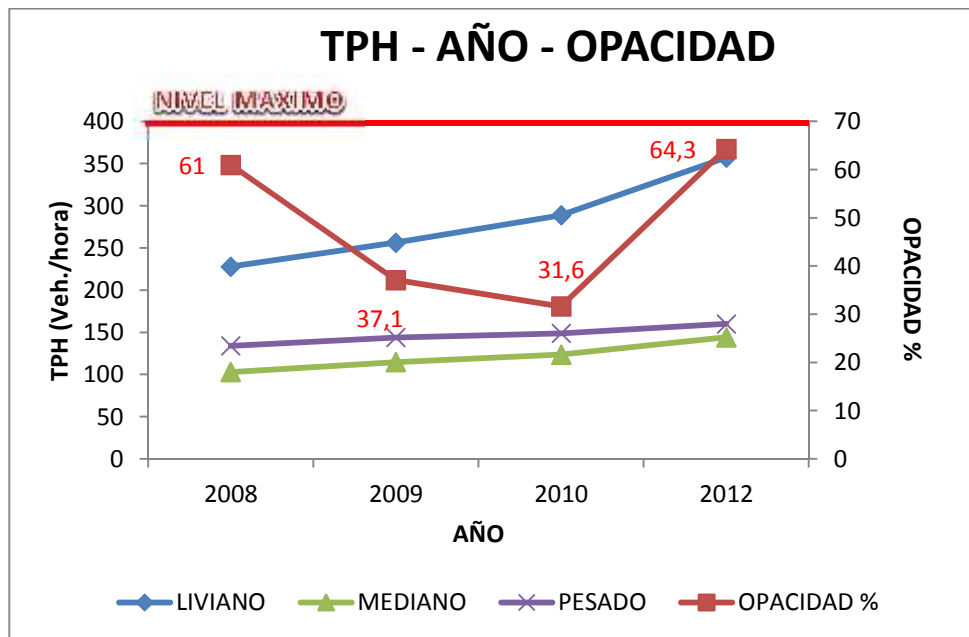
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.65. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE JUAN M. SARACHO



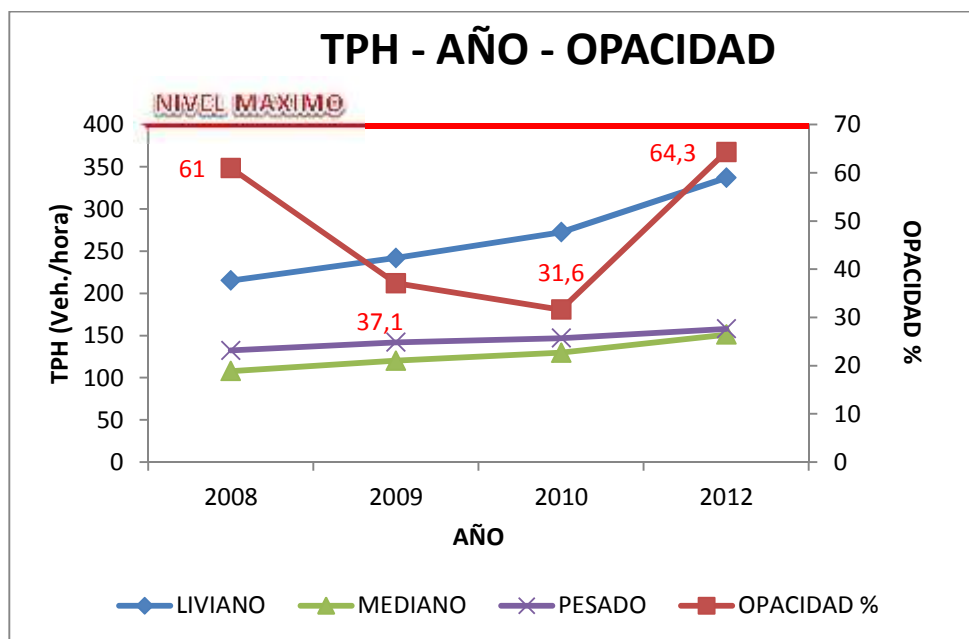
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.66. INTERSECCIÓN AV. DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO



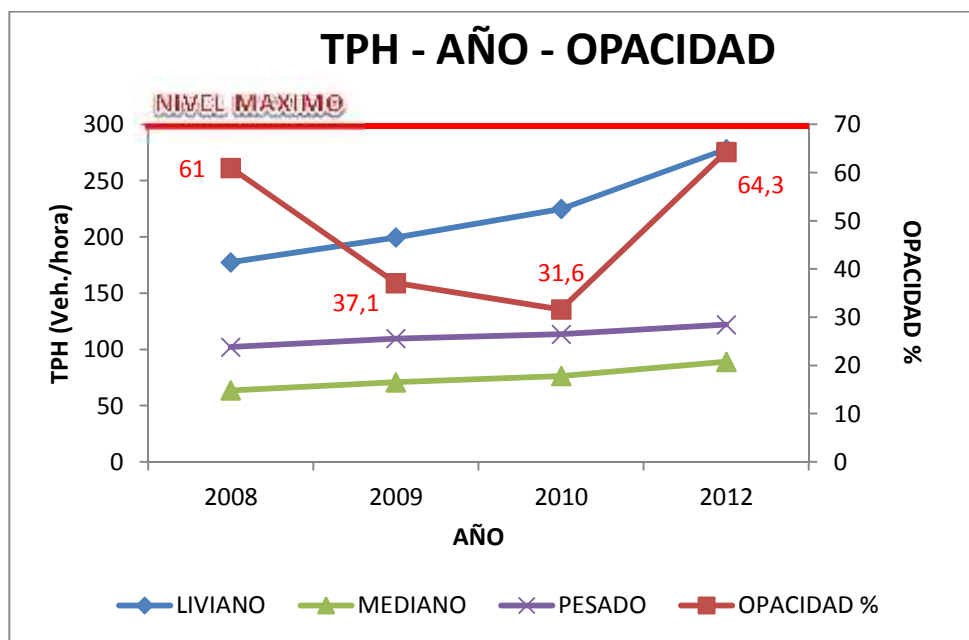
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.67. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y SUCRE



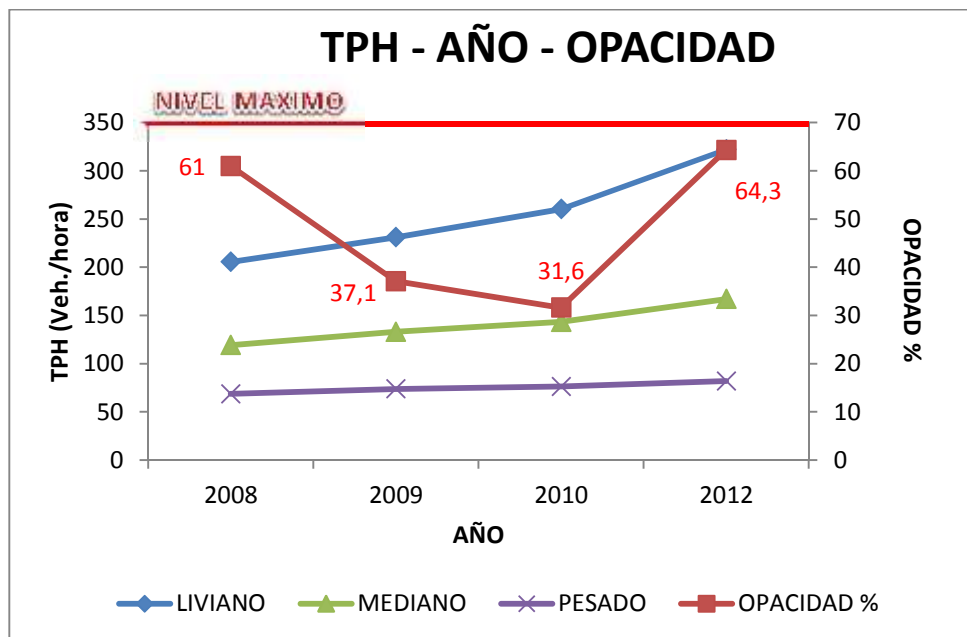
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.68. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y COLÓN



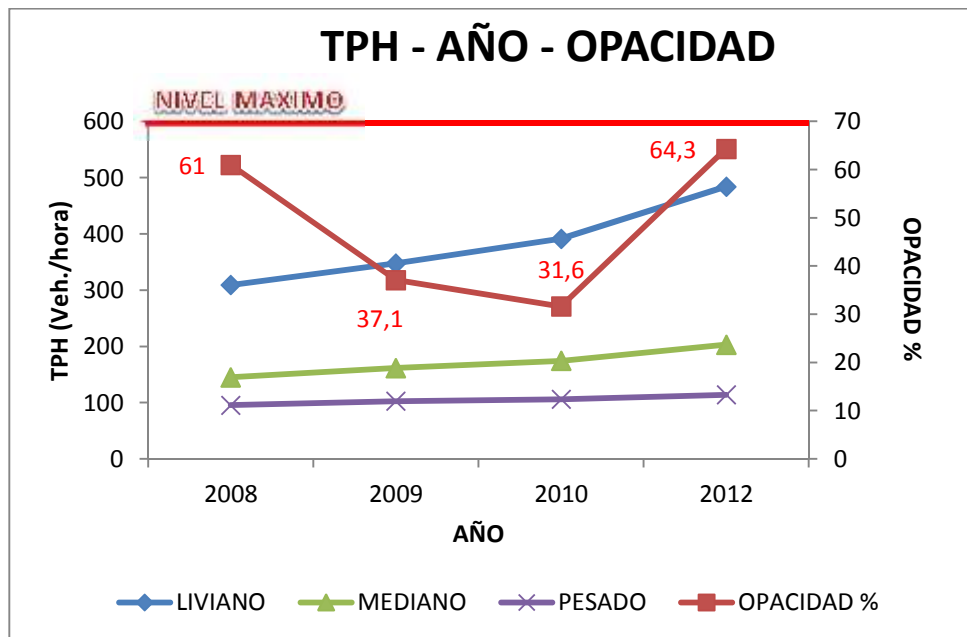
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.69. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y MÉNDEZ



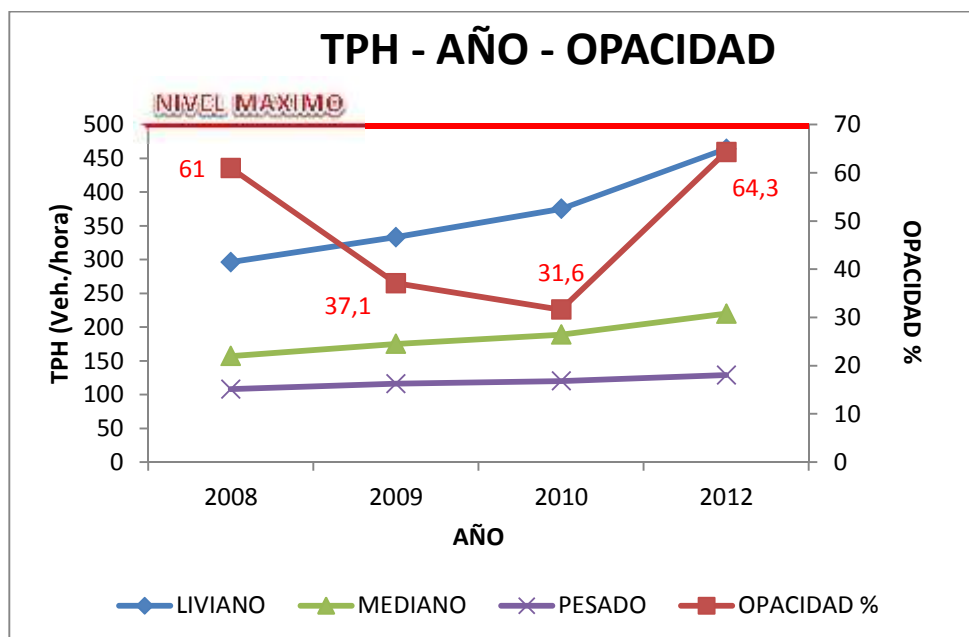
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.70. INTERSECCIÓN CALLE BOLÍVAR Y O'CONNOR



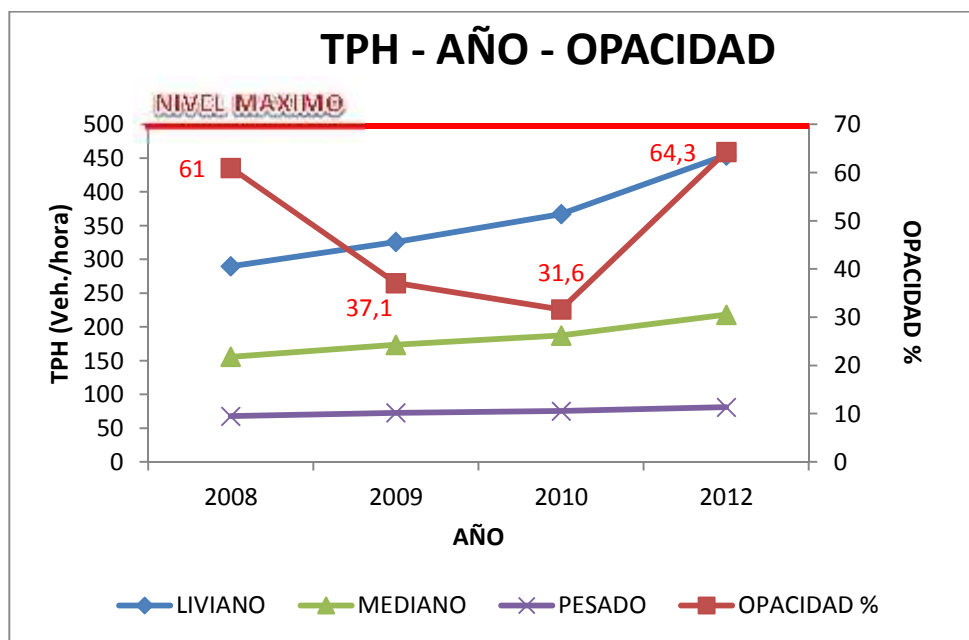
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.71. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y JUAN M. SARACHO



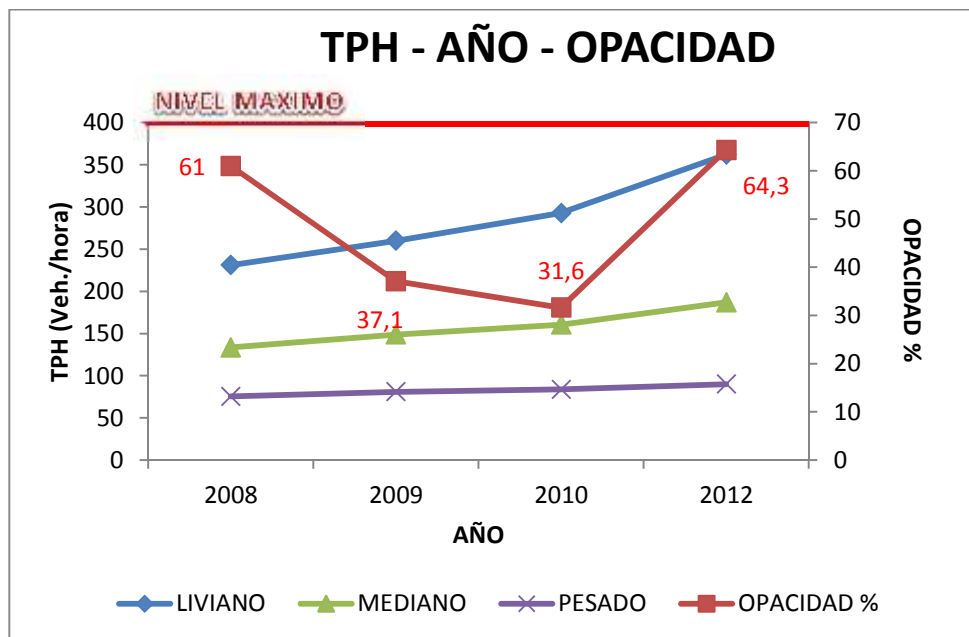
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.72. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y SUCRE



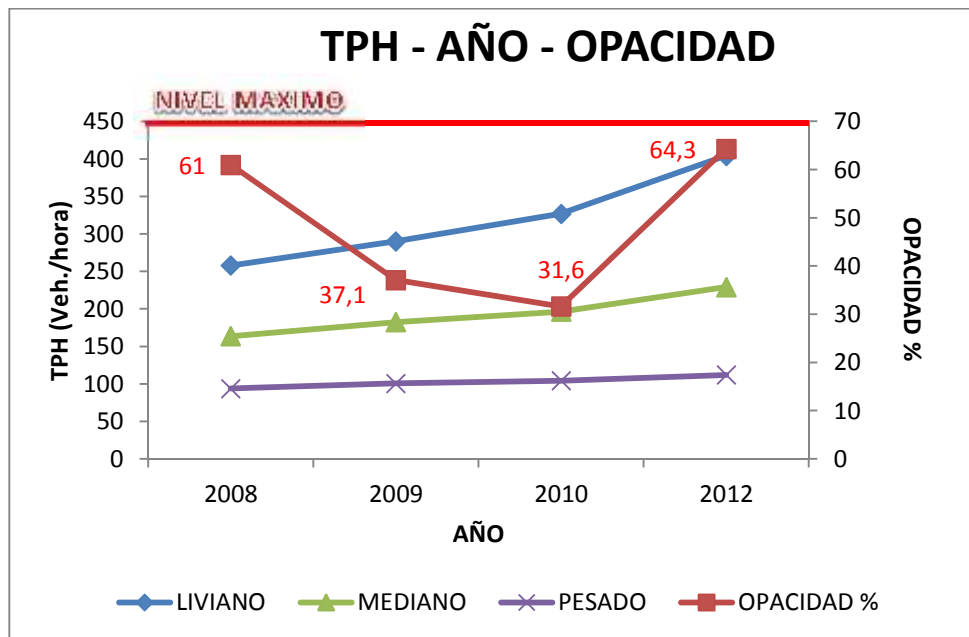
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.73. INTERSECCION CALLE 15 DE ABRIL Y COLÓN



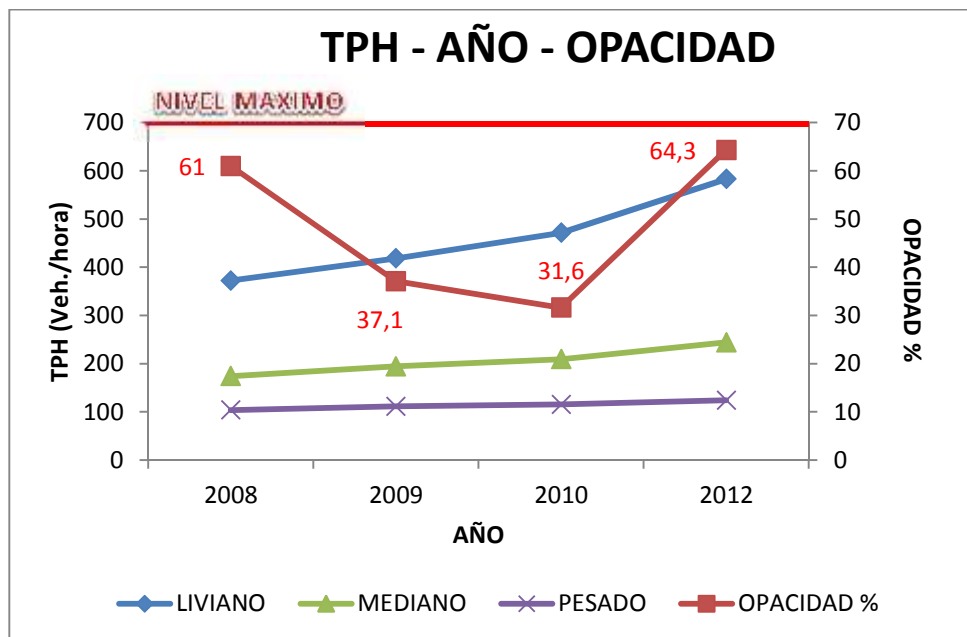
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.74. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y MÉNDEZ



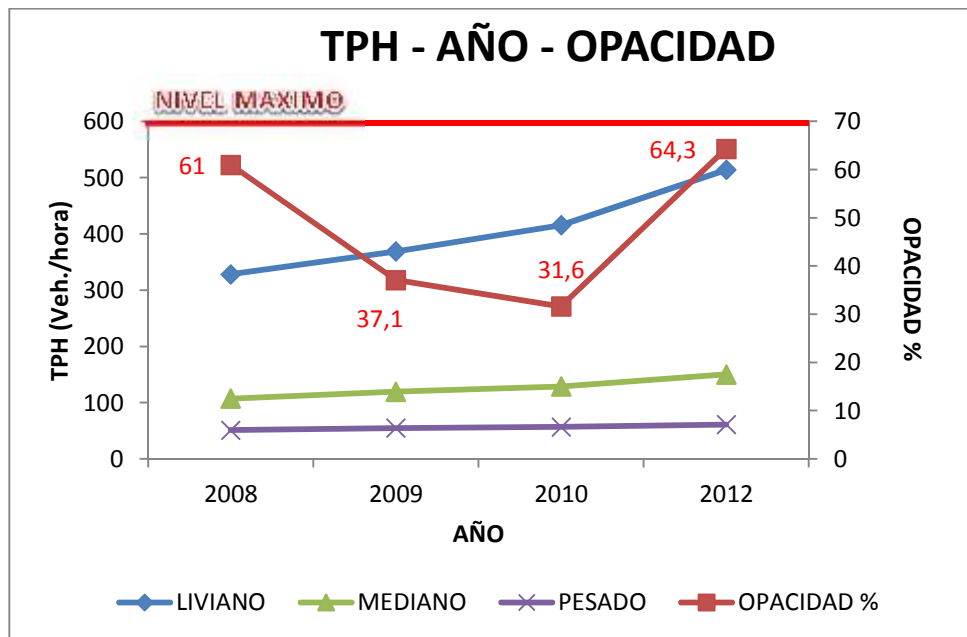
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.75. INTERSECCIÓN CALLE 15 DE ABRIL Y O'CONNOR



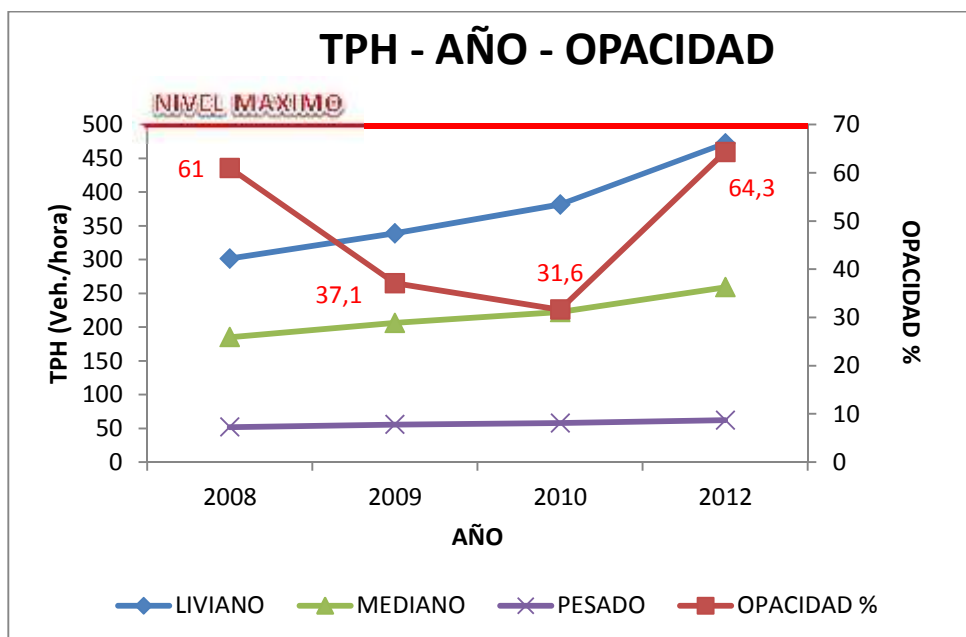
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.76. INTERSECCIÓN AV LAS AMÉRICAS Y CALLE JUAN M. SARACHO



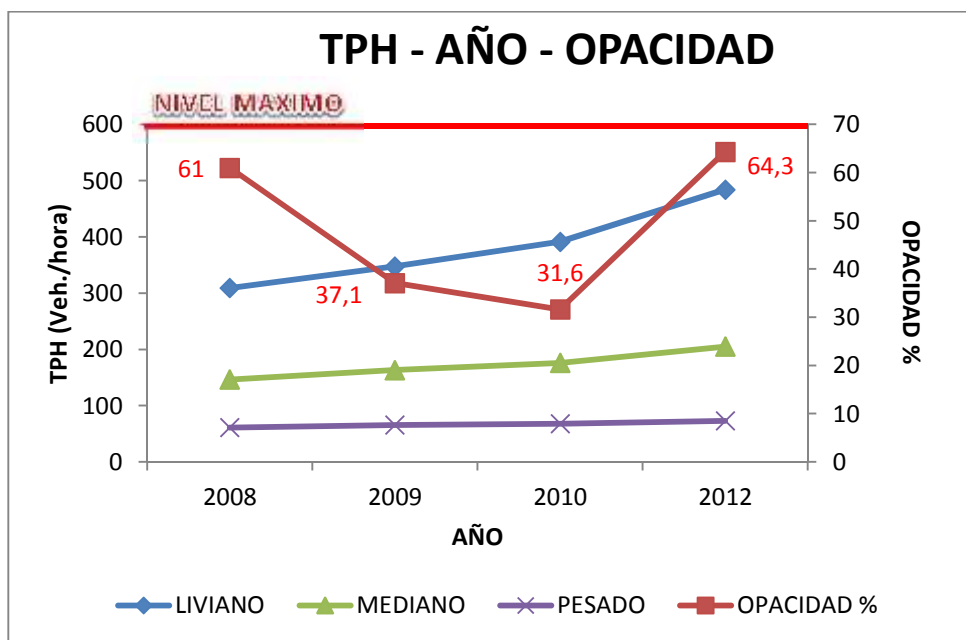
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.77. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE SUCRE



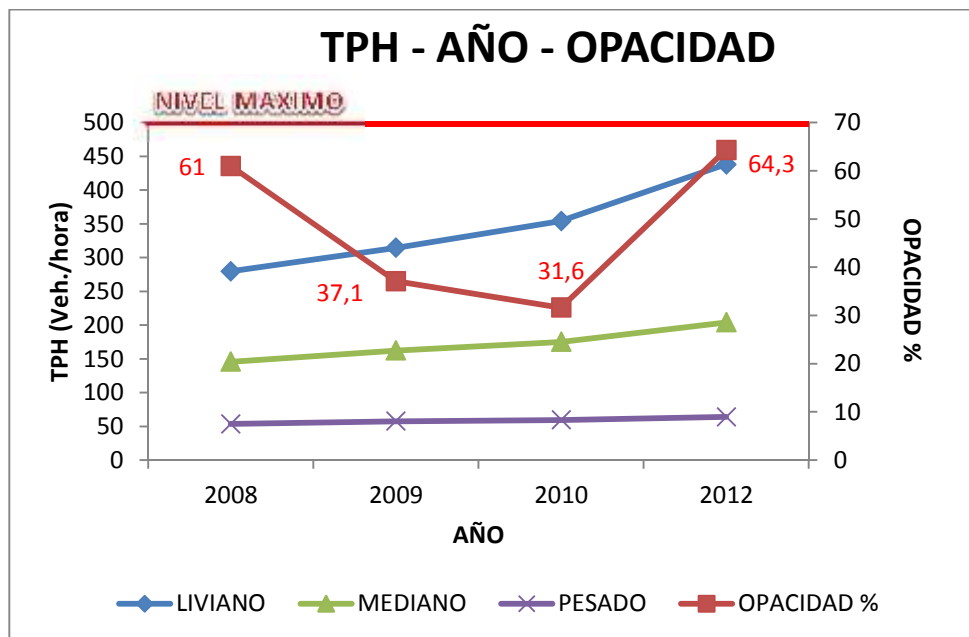
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.78. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y CALLE COLÓN



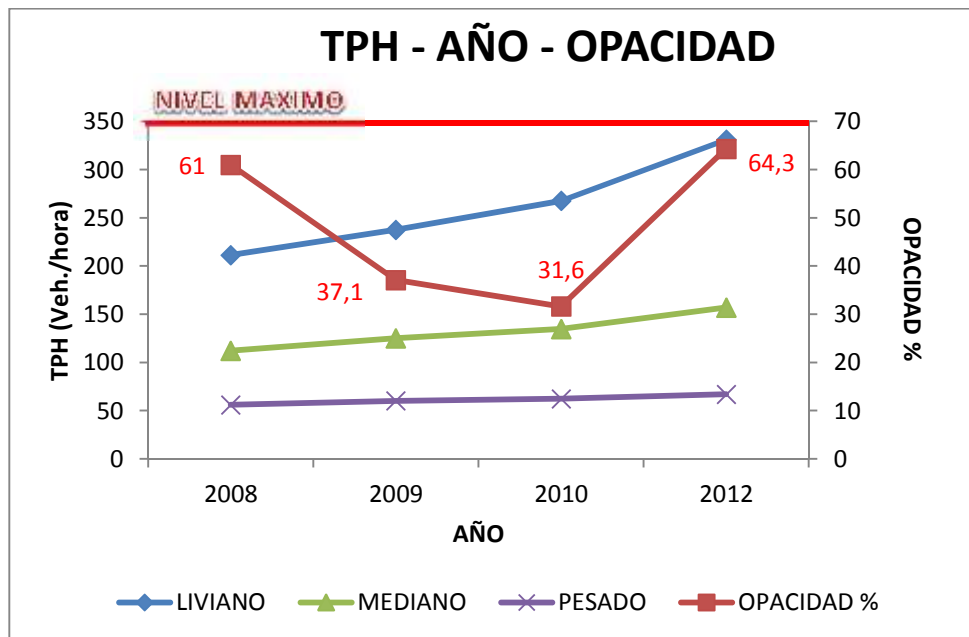
FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.79. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y MÉNDEZ



FUENTE: Elaboración Propia

Fig. 4.80. INTERSECCIÓN AV. LAS AMÉRICAS Y O'CONNOR



FUENTE: Elaboración Propia

4.2.5. Interpretación de las Curvas Comparativas.- Para la interpretación de las curvas (TPH – AÑO – CO); (TPH – AÑO – HC); (TPH – AÑO – CO₂) y (TPH – AÑO – OPACIDAD) debemos de aclarar lo siguiente:

- ✓ Los ejes (X,Y) contienen el año y la cantidad de TPH (Tráfico Promedio Horario) en (Veh./hora) respectivamente, estos dos ejes nos dan la cantidad de TPH que hay en cada año, lo cual se va observando que van de forma ascendente donde se demuestra el incremento del tráfico vehicular.
- ✓ El eje secundario de la derecha contiene los valores del nivel de emisión de cada compuesto, este también se combina con el eje de las abscisas que contiene los años del periodo en estudio; la combinación de ambos ejes nos dan el nivel de emisión de cada compuesto por año.
- ✓ En las gráficas se ha agrupado ambas combinaciones para poder realizar el respectivo análisis, combinación que nos ayuda a ver cómo se va comportando el tráfico vehicular por año y al mismo tiempo nos ayuda a observar cómo es que varía los niveles de emisión de cada compuesto por año.
- ✓ Por ejemplo si analizamos la gráfica (TPH – AÑO – CO) de la intersección calle Cochabamba y Colón, podemos ver que el año 2008 el nivel de emisión de CO fue de 2,0% y se tiene que el TPH para las denominaciones LIVIANO, MEDIANO y PESADO son de 316 (Veh./hora), 144 (Veh./hora) y 76 (Veh./hora) respectivamente; no debemos de olvidar que se dejó claro que el nivel de emisión del compuesto es un promedio del total de vehículos medidos en las campañas de SAL (Semana de Aire Limpio) este nivel de emisión nos ayuda a evaluar a cada denominación, vale decir LIVIANO, MEDIANO y PESADO. Es de este modo que el análisis se lo hace tomando en cuenta el nivel de emisión promedio por año y el comportamiento del TPH; esto vale decir que el eje de la izquierda no tiene relación con el de la derecha pero si ambos tienen relación con el eje de las abscisas.

4.3. EMISIÓN DE RUIDOS

Las emisiones de ruidos han sido tomadas en cada intersección; se han hecho 5 lecturas con el Sonómetro de las cuales se ha escogido la mayor en cada intersección y se expresa en la siguiente tabla:

También denominaremos a las intersecciones de 1 a 20 por razones de practicidad, las planillas de toma de muestras se encuentran en anexos.

**TABLA 4.13. RESUMEN DE EMISIONES MÁXIMAS DE RUIDO EN LAS INTERSECCIONES
EN dB(A) (7:30 - 8:30)**

JUNIO - JULIO DE 2012																															
7:30 - 8:30 dB(A)																															
N°	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	87,2	84,7	94,6	85,9	82,1	80,0	80,7	72,2	80,9	87,4	90,1	80,7	85,1	80,7	84,6	84,6	87,2	84,6	78,7	84,3	80,6	80,7	84,7	80,0	84,9	85,7	84,5	82,2	84,3	85,9	
2	90,1	85,7	87,6	89,5	94,5	79,7	94,6	66,2	83,2	85,7	79,3	104,4	84,0	85,1	94,6	82,1	90,1	75,4	82,5	83,3	83,7	81,9	92,0	79,7	75,6	90,5	84,7	83,3	84,6	80,3	
3	87,3	90,7	80,2	89,4	76,9	94,4	85,1	74,3	84,7	81,9	80,0	84,6	84,8	92,7	82,7	76,7	87,3	86,8	76,6	94,6	80,7	78,6	83,5	94,4	74,7	63,7	74,4	79,7	94,6	83,8	
4	87,5	82,5	80,3	82,3	84,0	94,5	80,3	72,7	84,5	85,5	92,8	83,2	94,5	84,6	101,6	96,8	87,7	87,6	85,5	84,7	81,8	89,7	75,8	94,5	76,4	60,8	80,3	94,5	80,5	82,4	
5	79,3	90,5	80,7	81,8	87,4	84,6	84,7	74,5	94,6	86,4	80,1	93,1	81,9	81,9	84,5	88,3	83,4	80,2	80,2	81,6	83,3	81,8	82,1	84,6	84,5	64,5	89,4	94,7	83,3	83,9	
6	77,1	90,3	84,5	76,8	85,7	82,2	78,7	79,5	77,3	82,8	80,7	94,6	79,3	81,8	80,7	83,3	84,1	80,6	85,5	87,4	80,9	94,7	75,7	85,5	84,0	64,3	76,8	82,7	94,4	80,8	
7	80,0	68,9	84,8	84,5	81,9	94,7	92,8	76,8	74,5	81,0	90,2	80,3	82,1	94,6	82,7	83,3	92,4	78,4	86,4	85,7	102,8	86,1	78,1	84,9	84,5	64,1	83,8	84,3	82,2	84,7	
8	74,4	75,5	82,7	83,3	85,5	86,1	92,7	75,1	77,9	85,4	80,2	82,7	87,4	80,3	83,2	74,4	94,6	77,1	85,1	81,9	94,3	92,2	84,7	84,5	102,7	82,5	84,9	81,6	94,7	76,8	
9	72,5	63,7	104,4	108,7	86,4	92,2	84,5	88,5	104,2	82,4	87,5	94,5	86,4	78,7	80,3	85,5	87,6	85,8	80,6	85,5	93,1	85,7	76,5	75,7	82,9	68,9	80,6	94,4	94,6	80,6	
10	92,8	66,7	81,9	83,8	85,1	85,7	94,8	89,4	104,9	81,4	74,4	80,9	78,9	94,8	80,9	78,2	81,5	85,9	78,9	86,4	83,2	82,7	84,9	78,1	94,5	66,7	82,4	84,6	79,7	106,4	
11	71,8	60,8	94,5	84,7	80,6	82,7	94,5	81,5	94,6	84,0	71,8	84,7	80,4	84,0	81,9	75,6	88,4	89,5	83,8	84,0	82,0	84,5	80,4	84,7	82,8	62,7	82,3	92,2	82,7	81,8	
12	80,1	61,4	84,6	84,9	78,9	85,1	84,6	74,4	87,6	84,5	94,5	82,7	76,9	92,8	84,5	76,5	84,9	89,4	94,5	92,2	84,6	94,8	69,4	76,4	81,0	66,4	108,7	85,1	92,2	89,5	
13	94,5	62,7	87,9	75,4	79,4	80,5	87,9	81,1	80,2	100,5	80,4	80,2	85,5	94,5	94,6	82,7	87,2	82,3	84,4	85,7	84,6	94,5	90,2	84,5	85,4	61,8	75,4	94,6	80,6	84,5	
14	80,7	64,5	84,6	74,4	84,8	84,3	84,0	80,0	80,3	82,9	78,4	84,8	79,4	93,3	94,5	83,9	90,1	81,8	84,6	82,7	84,3	84,6	78,4	84,7	82,4	84,7	83,9	80,6	85,7	84,9	
15	89,2	66,4	80,9	80,6	79,9	83,3	93,3	89,0	80,7	94,5	87,2	81,9	81,8	89,7	84,8	76,2	87,3	78,5	82,8	85,1	91,6	87,9	80,2	84,6	81,4	90,7	87,7	94,6	84,7	75,4	
16	80,4	60,4	83,2	83,9	80,4	94,6	80,7	68,9	80,0	80,0	87,3	87,9	76,8	84,7	87,6	87,7	87,5	84,2	81,0	80,5	94,6	80,3	82,3	84,5	87,4	90,3	81,8	86,1	94,5	74,4	
17	69,4	64,3	84,7	80,3	81,8	84,7	81,9	73,0	79,7	79,7	77,1	84,5	85,7	84,5	84,7	82,3	79,3	94,6	81,8	79,7	84,7	84,7	87,8	74,5	85,7	75,5	85,9	85,7	81,6	89,4	
18	90,2	61,8	84,5	80,8	79,3	81,6	78,6	87,8	94,4	94,4	72,5	87,6	80,6	87,9	80,2	77,3	74,4	83,6	79,3	94,4	81,6	78,7	85,5	77,9	81,9	61,4	83,3	80,5	85,1	82,3	
19	78,4	63,8	94,6	87,7	80,3	94,6	89,7	70,1	94,5	94,5	89,2	84,5	79,9	80,7	87,9	74,5	72,5	84,6	80,3	94,5	91,9	92,8	85,5	103,1	85,5	60,4	80,8	84,7	86,1	87,7	
20	80,2	64,1	82,7	82,4	76,8	80,6	81,8	80,9	84,6	84,6	69,4	84,6	80,3	78,6	84,6	77,9	92,8	80,9	76,8	84,6	79,3	92,7	82,0	102,5	86,4	63,8	89,5	80,0	80,0	83,3	

FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA 4.14. RESUMEN DE EMISIONES MÁXIMAS DE RUIDO EN LAS INTERSECCIONES
EN dB(A) (12:30 - 13:30)**

JUNIO - JULIO DE 2012																															
12:30 - 13:30 dB(A)																															
N°	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	89,3	85,7	84,9	84,8	83,8	80,4	80,4	74,9	84,6	84,0	95,3	84,7	88,9	80,4	84,7	71,8	82,3	78,4	84,6	85,5	85,7	82,4	83,0	95,0	80,0	80,4	79,6	79,2	83,3	84,8	
2	95,3	80,4	84,5	104,7	94,5	84,0	94,5	80,5	94,7	84,8	83,4	74,7	84,6	86,4	84,9	80,1	83,0	84,7	94,8	85,8	82,7	81,4	86,6	95,0	74,4	82,8	84,6	94,7	81,5	78,4	
3	87,1	89,8	75,7	76,5	84,4	85,1	86,4	76,7	84,6	94,6	92,4	84,7	82,5	94,3	82,3	94,5	86,6	84,5	86,2	81,0	85,1	88,9	80,0	82,5	72,5	85,7	87,6	84,0	80,7	82,0	
4	87,7	85,6	78,1	76,6	84,6	81,8	94,5	79,0	77,9	77,3	84,9	94,7	94,5	84,6	74,7	80,7	80,0	94,8	94,5	85,2	80,5	84,6	78,3	80,6	92,8	92,6	78,4	81,8	81,8	83,5	
5	83,4	82,8	84,7	84,7	82,8	81,5	84,6	78,3	83,0	74,5	88,3	83,0	85,4	84,7	77,9	84,7	94,6	85,5	84,8	83,4	84,3	83,6	82,4	83,7	71,8	81,3	76,5	95,0	94,7	80,6	
6	84,1	83,0	76,5	83,6	81,0	79,2	80,9	90,3	76,4	84,3	83,3	84,9	78,3	79,3	84,7	85,7	77,3	85,2	82,9	82,8	84,1	78,7	96,8	94,5	81,4	82,7	83,6	83,7	85,1	77,1	
7	92,4	84,0	84,9	79,6	85,4	95,0	104,4	81,6	84,5	83,3	85,5	78,1	83,8	94,5	75,6	90,7	74,5	79,1	94,5	81,0	86,1	85,5	88,3	94,6	88,9	80,7	82,0	83,3	79,2	84,6	
8	81,5	80,4	75,6	76,8	82,4	95,0	94,3	81,2	84,7	94,6	82,0	75,6	82,8	94,5	94,7	82,5	77,9	84,6	75,0	85,4	81,4	85,8	83,3	94,7	84,6	85,6	75,4	81,9	95,0	83,6	
9	88,4	85,7	74,7	84,5	81,4	82,5	93,1	81,8	84,6	84,7	87,7	84,5	81,4	80,9	78,1	83,5	83,2	80,6	84,7	82,4	78,7	80,6	83,3	83,1	83,6	84,0	80,2	85,1	81,0	80,2	
10	84,9	92,5	76,4	82,0	88,9	80,6	83,2	77,5	84,5	81,6	81,5	84,6	83,6	83,2	84,6	85,9	84,7	84,8	87,0	81,4	95,0	84,0	82,1	78,3	78,7	92,5	83,5	81,5	84,0	84,5	
11	96,8	92,6	84,5	84,6	84,6	83,7	82,0	77,8	84,9	85,5	96,8	84,6	85,5	84,3	76,4	82,9	84,5	101,7	84,7	94,6	84,7	75,7	83,8	84,5	84,0	81,5	76,6	82,5	83,7	84,7	
12	88,3	88,9	84,7	75,4	83,6	80,7	84,6	84,8	84,5	85,8	83,3	82,3	84,4	102,5	76,5	84,6	94,6	76,5	89,7	87,8	81,4	78,1	94,5	76,5	84,8	81,4	84,5	80,7	82,5	103,7	
13	83,3	81,5	84,6	86,8	78,7	81,8	84,6	78,9	75,7	81,0	82,3	75,7	82,4	82,0	83,0	82,1	94,6	76,6	82,2	95,0	78,7	84,7	84,4	73,4	94,6	80,2	86,8	80,7	80,1	79,6	
14	83,3	81,3	84,5	87,6	82,5	83,3	84,3	82,4	78,1	85,2	85,5	84,9	78,7	91,6	84,5	91,9	87,6	84,7	83,9	83,1	85,5	76,5	84,6	80,0	77,3	85,7	80,6	80,1	80,6	75,4	
15	82,1	81,4	84,6	80,2	76,6	94,7	91,6	79,3	84,7	83,4	89,3	76,4	80,2	91,9	84,9	79,2	80,2	78,5	84,0	81,4	85,8	84,9	82,8	83,5	74,5	89,8	85,8	81,0	84,3	86,8	
16	82,3	79,4	94,7	80,6	84,3	80,7	94,6	85,2	94,5	84,9	87,1	84,6	81,0	84,6	84,5	82,7	80,3	84,2	84,5	78,7	80,6	82,1	92,2	84,6	80,0	83,0	84,7	95,0	81,8	87,6	
17	87,8	82,7	84,6	78,4	83,3	84,3	84,7	80,8	94,6	75,6	84,1	77,9	81,0	93,1	84,6	83,9	75,7	94,6	82,0	84,0	84,0	94,5	85,7	94,7	79,7	80,4	84,8	80,6	81,9	76,5	
18	85,5	80,2	77,9	77,1	94,6	81,9	81,6	78,0	94,7	74,7	88,4	84,5	84,6	84,6	75,7	76,2	78,1	83,6	84,6	85,1	83,0	76,9	82,7	84,6	94,4	88,9	76,8	81,8	80,7	76,6	
19	85,5	88,0	83,0	85,8	84,7	81,0	91,9	85,3	83,1	76,4	82,1	76,5	76,6	94,6	84,6	82,3	81,5	82,5	75,4	81,8	91,0	84,0	85,1	77,9	94,5	79,4	77,1	84,3	95,0	85,8	
20	82,0	80,7	82,3	83,5	81,6	80,1	79,3	82,7	78,3	84,5	87,8	84,5	80,6	81,6	84,5	81,8	94,5	76,5	86,8	81,5	85,0	87,4	80,5	83,0	84,6	88,0	101,8	80,4	80,4	76,8	

FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA 4.15. RESUMEN DE EMISIONES MÁXIMAS DE RUIDO EN LAS INTERSECCIONES
EN dB(A) (18:30 - 19:30)**

JUNIO - JULIO DE 2012																															
18:30 - 19:30 dB(A)																															
N°	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	87,0	91,9	81,5	94,5	84,7	94,5	94,5	74,6	84,5	81,5	88,5	77,6	75,0	94,5	77,9	84,7	88,9	84,7	79,4	84,3	95,0	82,9	94,5	94,6	80,1	79,2	94,6	84,1	85,5	94,5	
2	88,5	79,2	94,5	85,9	89,7	94,6	90,7	79,6	76,5	79,2	92,3	94,6	83,9	89,4	81,5	92,0	81,5	84,9	84,8	83,3	83,1	94,5	84,6	87,6	94,5	76,2	78,4	85,8	78,3	79,1	
3	78,8	82,7	81,5	85,2	82,2	94,7	89,4	75,9	73,4	95,0	79,4	77,9	94,8	115,0	74,2	83,5	81,3	75,4	79,9	94,6	81,4	75,0	82,2	80,2	80,7	85,9	94,8	94,6	81,0	94,7	
4	80,7	83,9	79,4	84,2	83,9	83,1	83,1	71,9	80,0	95,0	82,3	76,5	89,7	81,4	94,6	75,8	81,4	74,4	80,4	84,7	78,7	84,7	94,7	80,3	89,2	84,6	79,1	83,1	78,7	85,7	
5	92,3	76,2	77,6	78,5	84,0	78,3	80,7	77,5	83,5	82,5	86,6	83,5	103,2	84,0	80,0	82,1	80,7	80,6	81,8	81,6	85,5	87,0	86,1	80,7	80,4	76,0	85,2	86,1	85,8	85,2	
6	89,6	87,7	88,1	84,2	84,5	84,1	84,1	75,7	82,1	81,9	78,3	81,5	80,0	85,0	77,6	66,4	84,5	83,9	82,1	84,0	78,7	87,9	81,8	83,1	83,8	85,5	84,2	83,1	94,7	84,6	
7	79,4	82,3	84,0	94,6	104,4	86,1	86,1	78,0	75,7	85,5	83,5	79,4	84,7	90,7	84,8	60,4	84,8	80,3	94,5	84,5	92,8	84,0	81,5	80,9	94,5	76,5	94,7	85,5	84,1	78,4	
8	82,4	83,5	84,8	83,6	82,9	115,0	115,0	76,8	75,7	86,4	82,1	84,8	84,0	83,1	76,5	64,3	82,7	80,8	76,9	82,9	92,7	93,3	79,2	83,2	84,4	83,9	84,7	83,4	86,1	84,2	
9	92,2	85,9	94,6	82,5	94,5	87,8	108,7	74,1	78,1	85,1	80,7	74,5	94,5	84,1	79,4	61,8	84,5	87,7	84,0	94,5	84,5	80,7	95,0	84,7	84,6	82,3	85,5	94,7	91,0	85,5	
10	82,3	82,9	77,3	94,7	75,0	95,0	95,0	77,0	84,7	80,6	82,4	84,5	87,0	95,0	84,5	63,8	84,6	94,5	87,4	75,0	94,8	81,9	95,0	84,5	82,8	82,9	85,7	78,3	94,6	82,5	
11	83,0	84,6	74,5	78,4	84,7	83,1	84,7	79,7	76,5	83,8	83,0	73,4	94,5	85,5	77,3	82,5	94,7	85,9	85,5	79,7	94,5	94,5	83,1	94,6	80,0	76,7	84,2	87,8	83,1	78,5	
12	86,6	82,1	77,9	84,7	87,0	81,4	81,4	79,6	84,9	94,5	80,0	74,2	82,2	86,1	88,1	90,5	84,6	85,2	80,2	82,5	84,6	86,4	78,3	75,7	74,4	73,1	82,5	81,4	87,8	85,9	
13	80,0	76,7	104,2	84,5	84,6	78,7	78,7	76,6	95,0	84,4	84,7	81,5	82,9	84,7	83,5	90,3	77,9	84,2	78,3	80,6	87,9	94,5	84,1	78,1	72,5	78,2	84,5	81,0	85,0	94,6	
14	78,3	76,0	104,9	94,8	94,8	85,5	85,5	76,6	95,0	84,6	75,8	84,0	84,6	85,8	74,5	68,9	89,8	78,5	80,6	83,7	84,0	84,6	86,1	84,7	92,8	91,9	85,2	85,0	95,0	84,7	
15	82,4	73,1	84,5	85,5	86,2	85,8	85,8	74,1	82,5	82,8	87,0	77,3	84,8	91,0	84,0	75,5	85,6	75,4	81,0	80,7	93,3	80,9	115,0	76,5	71,8	82,7	80,6	91,0	85,2	84,5	
16	84,7	74,4	76,5	85,2	94,5	81,0	80,6	72,4	80,6	83,8	78,8	104,2	94,4	80,7	94,5	63,7	82,8	74,4	84,7	81,8	80,7	84,7	71,8	84,9	88,3	87,7	78,5	107,4	83,1	94,8	
17	92,0	85,5	73,4	79,1	84,8	85,2	84,0	75,3	83,7	84,7	89,6	80,0	84,5	108,7	73,4	85,7	83,0	80,6	87,0	94,6	81,9	89,7	80,1	84,7	83,3	83,5	94,5	95,0	83,4	85,2	
18	83,5	78,2	80,0	84,6	80,0	83,4	83,0	75,0	87,9	84,9	92,2	94,5	84,7	78,7	81,5	92,5	84,6	83,9	84,6	94,7	78,6	82,2	94,5	78,7	83,3	82,1	83,6	78,7	81,4	84,2	
19	75,8	75,6	83,5	80,6	82,4	91,0	91,0	71,9	84,0	75,4	82,4	88,1	86,2	80,6	103,6	92,6	87,9	84,5	94,8	83,1	89,7	83,9	80,7	92,8	82,1	74,4	84,6	85,2	115,0	80,6	
20	82,1	76,5	74,2	85,7	94,4	85,0	85,0	75,8	93,3	74,4	92,0	104,9	82,4	83,0	101,5	88,9	84,6	76,5	84,7	78,3	81,8	84,0	89,2	92,7	82,3	75,6	85,9	94,5	94,5	83,6	

FUENTE: Elaboración Propia

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.4.1. Intersecciones más críticas.- Antes de realizar el análisis de las curvas obtenidas como resultado de este estudio haremos un listado de las intersecciones más críticas, si bien las 20 intersecciones en estudio representan puntos críticos dentro de las mismas se presentan las siguientes intersecciones con cierto nivel de complejidad; dado por el elevado TPH (Tráfico Promedio Horario) que se presenta en cada una de ellas, siendo este el parámetro que las marca como intersecciones críticas:

- N°1. Calle Cochabamba y Calle Sucre = 786 Veh./hora.
- N°10. Calle Bolívar y Calle O'connor = 801 Veh./hora.
- N°11. Calle 15 de Abril y Calle Juan M. Saracho = 813 Veh./hora.
- N°15. Calle 15 de Abril y Calle O'connor = 951 Veh./hora.
- N°17. Av. Las Américas y Calle Sucre = 793 Veh./hora.

4.4.2. Curva TPH – AÑO – CO (%)- Luego de la obtención de la curva TPH – AÑO – CO para cada una de las 20 intersecciones en estudio, nuestro análisis nos ayuda a puntualizar lo siguiente:

- se nota que si bien en ninguna de las intersecciones se ha rebasado el límite máximo permisible de 2.5 % de CO aportado a la atmosfera, el TPH se incrementa de manera significativa tanto en lo que se refiere a LIVIANO, MEDIANO y PESADO. Desde el año 2008 a 2012.
- Por otro lado los niveles de % de CO desde 2008 a 2010 han reducido, no siendo así para la gestión 2010 a 2012 donde se nota una elevación de % de CO aportado a la atmósfera que va de la mano del incremento de tráfico vehicular.

- Si bien estos niveles de emisión vehicular de cada año no han rebasado el límite máximo de % CO es porque son un promedio; pues si vamos a ver los vehículos medidos son bastantes los que sí han rebasado éste límite; pero como análisis general podemos ver que el Monóxido de Carbono (CO) no rebasa los límites permisibles, pero junto a otros compuestos evaluados si aporta contaminación a la población.
- En el tema de incremento del tráfico vehicular vemos claramente como este se da de forma ascendente y que si hacemos proyecciones este seguirá en aumento donde muy posiblemente en 2 a 3 años los niveles permisibles de emisión de % CO sean rebasados de manera considerable; dado que el incremento de tráfico seguirá un curso ascendente si no se propone un reordenamiento de las principales vías del casco viejo de nuestra ciudad.
- También debemos de dejar claro que los motorizados que aportan más % CO son los de la denominación PESADO en el presente trabajo, dado que estos aun en su mayoría tienen su funcionamiento a Diesel.
- Podemos observar en las gráficas que en la mayoría de los casos el TPH en la denominación PESADO está por debajo de LIVIANO y MEDIANO, lo cual solo nos indica que estos son en menor cantidad pero no por eso dejan de aportar menos % CO a la atmósfera.

4.4.3. Curva TPH – AÑO – HC (ppm.).- En el tema de emisión de Hidrocarburos (HC) para el presente estudio se ha establecido un nivel máximo de 400 (ppm.) como límite máximo; lo cual nos permite analizar lo siguiente:

- Se observa que en todas las gráficas si bien desde el año 2008 hay una disminución del nivel de emisión del tráfico de HC (ppm.) hasta el año 2012; recién en la presente gestión estas emisiones entran en el rango de lo admisible; es decir no sobrepasan el nivel máximo permitido.

- En este caso el crecimiento de tráfico vehicular no ha incrementado el nivel de HC (ppm.) como era el caso del CO (%) desde 2010 al 2012; más al contrario se podría decir que es inversamente proporcional pues a mayor tráfico menos emisión de vehicular de HC (ppm.) en el periodo de estudio.
- En algunas intersecciones como es el caso de la calle Bolívar y Sucre, se observa que el TPH de la denominación PESADO está por encima de los LIVIANOS, expresión clara que se observa en la experiencia diaria, vale recalcar que este punto es de paso obligatorio para la mayoría de las empresas de transporte público como lo son los micros; otra intersección similar es la de la Av. Domingo Paz y Juan M. Saracho en el carril de bajada que fue objeto de este estudio, en ambas intersecciones el tráfico PESADO emite una considerable cantidad de HC (ppm.) dado que la mayoría de estos vehículos son todavía a Diesel, si bien la gráfica no lo expresa es porque no debemos de olvidar que estamos utilizando un promedio de emisión para un análisis general.
- Se observa que es positivo que la disminución de emisión vehicular de HC (ppm.) vaya en descenso, eso implicaría que si nos proyectamos a unos 2 a 3 años adelante este valor será aún menor, esto podría deberse a la conversión ya de la totalidad de los vehículos a GNV siendo este combustible menos contaminante que los demás.

4.4.4. Curva TPH – AÑO – CO₂ (%).- En nuestro estudio consideramos que este compuesto es el más crítico a ser evaluado en las 20 intersecciones, tomando en cuenta que el nivel máximo de emisión vehicular de CO₂ (%) es de 10,5% donde nuestro análisis expresa lo siguiente:

- A partir de la gestión 2009 todo el tráfico vehicular es decir LIVIANO, MEDIANO Y PESADO; ya rebasan el nivel máximo permitido hasta la gestión presente incrementándose de manera significativa.

- Si nos proyectamos a los 2 ó 3 años siguientes estos valores también irán creciendo a la par del incremento del tráfico vehicular, lo cual se torna preocupante pues los niveles altos de CO₂ (%) provocan serios problemas a la salud.
- Podemos observar que en el periodo de estudio vale decir 2008 – 2012 en ningún momento este compuesto sufre alguna disminución, en ninguna de las denominaciones; LIVIANO, MEDIANO y PESADO, lo cual llama mucho la atención.
- Si esto continúa en aumento como se ve en las gráficas con el pasar de los años el CO₂ (%) desplazará el oxígeno de la atmosfera dificultando el diario vivir en el área de estudio (casco viejo de la ciudad) llegando a parecer una ciudad con niveles altos de contaminación como lo es en México, China o Japón.
- A raíz de la experiencia diaria y tal como se plasma en las gráficas ahora ya vivimos ciertas molestias por el nivel de contaminación existente en el centro de la ciudad, más aun en las intersecciones que se encuentran en el centro mismo de la ciudad. Donde si bien los gases no son del todo visibles pero si su efecto sobre los habitantes.
- Vemos negativo que este incremento de niveles de CO₂ (%) a la par del incremento del tráfico vehicular ya que como se ha demostrado en nuestras gráficas esto puede llegar a alcanzar niveles que si bien hasta ahora no se ha hecho nada para poder controlarlos lleguen a un punto de ser incontrolables.

4.4.5. Curva TPH – AÑO – OPACIDAD (%).- Cabe recalcar que este parámetro si bien no es un compuesto químico nos sirve para poder evaluar la emisión de humo de escape en especial a los vehículos que tienen su funcionamiento a Diesel, claro está que estas emisiones contienen también compuestos nocivos a la salud y quien sabe a niveles más altos pero que el Opacímetro no toma en cuenta y se debería aplicar otro sistema de medición que ya no es parte de este estudio.

Es así que después de la obtención de las gráficas llegamos al siguiente análisis:

- No debemos de olvidar que estamos trabajando con un promedio de emisión de gases y en este caso un promedio de Opacidad por año para el presente estudio de tal modo que se puede observar en las gráficas que este parámetro no ha pasado de los niveles máximos permisibles que es de 70% para ninguna de las denominaciones vale decir LIVIANO, MEDIANO y PESADO. No obstante debemos de hacer notar que al momento de realizar las mediciones por vehículos varios de ellos no aprobaban la evaluación en especial los del transporte público (microbuses).
- Por otro lado se puede notar que desde 2008 a 2010 estos niveles iban en descenso pero desde éste mismo año hasta 2012 este nivel prácticamente se duplica lo cual nos pone en alerta y nos hace pensar que en 2 ó 3 años más el nivel máximo será rebasado; esto podría traducirse en el incremento del tráfico en la denominación PESADO dado que los sindicatos de transporte público aumentan su flotas de micros y lo peor que estos son antiguos y deficientes por lo tanto no tienen un sistema de control adecuado y las emisiones de los mismos son mucho más elevados.
- Estas gráficas también nos demuestran claramente que el incremento de tráfico han hecho que el nivel de emisión de humo de escape vehicular aumente aceleradamente desde 2010 por el ingreso de más vehículos usados y antiguos al parque automotor debido a políticas nacionales que han provocado este fenómeno, así también se plasma en la información recolectada del Gobierno Municipal de la provincia Cercado mediante el RUAT (Registro Único para la Administración Tributaria Municipal).
- En el presente año como se demuestra en las gráficas y recurriendo a la experiencia del diario vivir el incremento vehicular ha hecho que las emisiones de humo sean mayores; por ejemplo haciéndose evidente en las intersecciones más cercanas al

mismo centro de la ciudad tal el caso de la intersección de la calle Bolívar y Sucre o la intersección de la Av. Domingo Paz (carril de bajada) y calle Juan M. Saracho, pues en las horas pico estas intersecciones se convierten en focos alarmantes de concentración de humo producto del escape de los vehículos en especial los PESADOS.

4.4.6. Emisión de Ruidos.- De las tablas resumen en las tres horas pico definidas para este estudio podemos decir en nuestro análisis que la contaminación auditiva producto del tráfico vehicular en todas las intersecciones es de magnitud considerable dado que rebasa el límite de los 81 dB(A), habiendo intersecciones que sus niveles son bastante elevados y este fenómeno negativo va en aumento pues si bien hemos realizado durante un periodo de 30 días las respectivas mediciones podemos notar en algunas fechas estos niveles van de manera creciente; como ya se ha descrito en el capítulo II de este trabajo, el efecto de la contaminación auditiva es irreversible y el daño es perjudicial para la salud de la población. Queda demostrado que la contaminación auditiva es latente dentro del casco viejo de nuestra ciudad y más aún que este registro es de las horas pico lo cual se está extendiendo a lo largo de la jornada, fenómeno que preocupa y que se debe de comenzar a analizar líneas de acción para reducir este efecto negativo.

En un análisis general de la emisión de gases y de ruido evaluados podemos decir que el aporte de los mismos a la atmósfera es contraproducente al diario vivir de nuestra población pues si bien en el análisis individual de los mismos algunos de ellos no rebasan los límites máximos permisibles esto no significa que no estén contaminando más al contrario lo están haciendo pero todavía no de manera alarmante; pero va de manera ascendente; debemos de tener en cuenta que esta contaminación producto del incremento de tráfico vehicular está demostrada en las gráficas y que la misma va en ascenso, de igual manera en las tablas resumen de ruido.

Es necesario resaltar que la emisión de gases hacia la atmosfera tiene un ascenso casi vertical lo cual conlleva aun contacto directo de la población con estos gases, una vez estos en la atmósfera pueden provocar otros problemas mayores como la lluvia ácida.

Los resultados obtenidos evidencian claramente que existe contaminación atmosférica producida por el incremento del tráfico vehicular en toda el área de estudio, dejando también claro que dentro de la misma existen puntos o intersecciones más críticos, ya que a mayor tráfico vehicular mayor contaminación en el factor atmosférico.

CAPÍTULO V

“CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

5.1. CONCLUSIONES

Al término de este estudio llegamos a las siguientes conclusiones:

- ✓ Como premisa podemos decir que se ha cumplido con el objetivo principal, se ha podido cuantificar el nivel de contaminación dentro del área de estudio en sus 20 intersecciones teniendo como promedio de emisión vehicular para el periodo 2008 – 2012 los siguientes valores:

Tabla 5.1. Resumen de Emisión de Gases periodo 2008-2012

AÑO	PROMEDIO			
	CO %	HC ppm.	CO ₂ %	OPACIDAD %
2008	2	707	9,3	61
2009	1,8	564	10,7	37,1
2010	1,4	546,3	11,6	31,6
2012	1,9	342,6	13,1	64,3

FUENTE: Elaboración Propia

Valores que al ser comparados en cada intersección han demostrado que existe contaminación atmosférica producto del incremento del tráfico vehicular.

- ✓ Se ha podido realizar el estudio de tráfico para poder cuantificar el Trafico Promedio Horario (TPH) en cada una de las 20 intersecciones del área de estudio, demostrándose así el incremento de tráfico vehicular en el casco viejo de la ciudad de Tarija. Teniendo como datos el TPH de 2012 y los datos oficiales de cuantificación de parque automotor proporcionados por el RUAT se ha podido obtener la cuantificación de TPH para el periodo 2008 – 2011.
- ✓ Podemos decir que de cierta manera los valores obtenidos en la cuantificación de variables negativas que influyen en la atmósfera como CO (%); HC (ppm.); CO₂

(%) y Opacidad (%) si bien están todavía dentro de los niveles permisibles, el presente trabajo nos ayuda a definir que un tiempo no muy prolongado; estamos hablando de unos 2 a 3 años; estos niveles serán rebasados de manera considerable en el caso del CO (%) como de la Opacidad (%). Ahora bien si hablamos de CO₂ (%) y HC (ppm.) para la presente gestión estos componentes recién han ingresado a la zona de lo permisible pero no podemos asegurar que estos no tengan un cambio en el futuro.

- ✓ Se ha podido recopilar de la mejor manera posible la información que demuestra como es que la contaminación producida por la emisión de gases vehiculares en lo que refiere a tráfico vehicular producen un impacto ambiental considerable y en algunos casos de forma severa alterando preocupantemente la salud y ritmo de vida de la población.
- ✓ Mediante el trazado de los criterios técnicos se ha podido llegar a los resultados que demuestran claramente como el incremento de tráfico vehicular está afectando la atmosfera y por ende a la población que vive o transita por el área de estudio como lo es el casco viejo de la ciudad de Tarija.
- ✓ Se ha podido determinar el área de estudio en base a experiencia del diario vivir y observando que el casco viejo de la ciudad de Tarija sufre del problema de congestionamiento y esto dado por el incremento del tráfico vehicular, elemento que fue expresado en los valores obtenidos de TPH (Tráfico Promedio Horario) que en realidad representa los volúmenes de vehículos en cada intersección, demostrando que para la zona en estudio estos son muy elevados y que seguirán sumándose con el pasar de los años si no se establece un plan vial que vaya a mejorar la transitabilidad por la mencionada área.

- ✓ En el tema de contaminación auditiva por el ruido, se ha podido demostrar que esta variable esta presente de manera continua y que está rebasando los limites permisibles que la Ley 1333 establece en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, concluyendo que si existe contaminación atmosférica por el ruido y en niveles de son preocupantes.
- ✓ El estudio lo hemos realizado en dos fases por cuestiones de planificación y organización que han escapado a nuestra voluntad, el aforo de tráfico vehicular y toma de lecturas de Ruido los hemos realizado del 17 de Junio al 16 de julio de 2012 y la campaña de emisión de gases “Semana de Aire Limpio” (SAL) del 12 al 20 de noviembre de 2012.

5.2. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos del presente estudio nos permite emitir las siguientes recomendaciones:

- ✓ En cuanto a la contaminación por ruido y en base a lo obtenido en el presente estudio que es una llamada de atención, recomendamos a la Honorable Alcaldía Municipal de la provincia Cercado; instancia que de acuerdo a ley es la encargada de generar acciones necesarias para poder realizar un estudio mucho mas profundo acerca del tema, que a partir del cual se creen proyectos y estrategias que puedan reducir este impacto ambiental que a la larga puede ocasionar serios problemas de salud en la población.
- ✓ En la recolección de información e investigación para el presente trabajo se ha podido evidenciar que la H.A.M. de la provincia Cercado esta llevando adelante la confección de un Plan Municipal de Ordenamiento Territorial, dentro del cual se contempla el re-ordenamiento de la vías que son parte o mas bien dicho que atraviesan el casco vejo de nuestra ciudad, recomendamos poner en marcha dicho plan estratégico dado que como pudimos demostrar y observar a corto plazo el tema

de contaminación por el tráfico vehicular va ser en mayor magnitud, y tal vez una de las medidas más drásticas es llevar adelante un re-ordenamiento de las rutas del transporte público de tal manera que estas ya no contemplen en su trayecto el casco viejo de la ciudad pues estos son los principales focos de contaminación.

- ✓ Dado que la H.A.M. de la provincia Cercado es la directa responsable en el tema de vialidad en la ciudad en realidad de velar de todos los aspectos que atañen a la ciudad, también se recomienda tener de ahora en adelante un registro de tráfico vehicular anual en lo que refiere a Volúmenes de Tráfico dentro de toda su jurisdicción y en especial en el centro de la ciudad, pues para poder desarrollar este trabajo tuvimos que recurrir a otros datos para poder obtener, si vale el término, una retro-proyección de TPH, viendo como falencia que el municipio en su dirección de Trafico y Transporte no tenga un registro histórico de esta variable.
- ✓ También es justo recomendar a la dirección de Medio Ambiente de la H.A.M que se ahonde más en el tema pues desde esta dirección también se podría hacer las gestiones necesarias para generar estudios y proyectos que vayan a reducir el impacto ambiental generado por el tráfico vehicular.
- ✓ La empresa Swisscontact dentro de sus líneas de acción tiene como meta promover la instalación de talleres especializados para una evaluación más profunda de los vehículos en lo que refiere a emisión de gases, se recomienda un trabajo conjunto entre la H.A.M. y el Organismo Operativo de Tránsito para poder hacer realidad este proyecto, para que en próximas inspecciones anuales que realiza Tránsito sea requisito indispensable una roseta de control de emisiones vehiculares para la extensión de la roseta de circulación que otorga esta institución.
- ✓ También recomendamos se busque alternativas de transporte público como el proyecto de “Bicicleta Publica”, que existe en varios países europeos y se esta aplicando en países latinoamericanos como Ecuador en su capital Quito, que hasta

donde se ha podido observar es una buena alternativa para poder disminuir el tráfico vehicular en el centro de la capital y así poder disminuir su incremento; este proyecto fue presentado en detalle en una mesa de trabajo técnica llevada a cabo el 25 y 26 de Octubre de 2012 en el consejo municipal.

- ✓ Por otro lado el tema de la implementación de las ciclo-vías en el centro de la ciudad es una propuesta alternativa interesante, recomendamos pues darle celeridad a estos proyectos que estamos seguros contribuirán de manera muy significativa a la reducción de la contaminación existente en el casco viejo de la ciudad.
- ✓ También recomendamos tomar en cuenta otros modelos de planificación vial implementados en otras ciudades y países, pues se ha visto que han dado resultados interesantes como por ejemplo la restricción por número de placa al ingreso al centro de la ciudad, claro está que toda iniciativa en bien de reducir la contaminación será bienvenida y a la vez el municipio debe de hacer énfasis en lo que refiere a re-educar en una cultura ciudadana a los habitantes de nuestra ciudad para que cada cambio a realizarse sea visto con ojos de agrado y así cada día nuestros coterráneos se sumen a estas nuevas propuestas para una mejor convivencia.
- ✓ Para finalizar sólo hacer una última recomendación: “Que todos somos responsables del medio en donde vivimos y si esta en nuestras manos poder aportar con un granito de arena para poder frenar la contaminación, lo hagamos con voluntad y gusto para el bien de los habitantes de nuestra ciudad como de las generaciones venideras, si debemos cambiar costumbre o hábito lo hagamos en función de días mejores y por el mejoramiento de nuestra ciudad”.