

CAPITULO I

PRESENTACION DEL PROYECTO

- 1.1 Antecedentes**
- 1.2 Auspiciantes del Proyecto**
- 1.3 Localización del Proyecto**
- 1.4 Justificación e Importancia**
- 1.5 Objetivo General**
- 1.6 Objetivos Específicos**
- 1.7 Metas**
- 1.8 Alcance**
- 1.9 Limitaciones**

1.1 ANTECEDENTES

El estudio realizado a partir de junio del 2004, tiene como propósito crear una herramienta en la entidad municipal para la toma de decisiones a partir de un modelo que permita representar la distribución en Quito de las emisiones que día a día se reflejan en las calles y avenidas de la capital emanadas por el parque vehicular que circula en la ciudad, se busca tomar parte activa en el desarrollo ambiental generando una nueva perspectiva de estudios completos de emisiones de diferentes sectores productivos, en este caso del parque automotor para ser generadores de metodologías e investigación aplicables para otros sectores del país.

La determinación de la contribución de las emisiones es fundamental para establecer políticas y acciones acertadas de control de la contaminación, es así que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), puso en marcha la Red Metropolitana de Monitoreo de Aire (REMMAQ) que en estos momentos bajo la dirección de la Corporación para el aire de Quito (CORPAIRE), está a cargo de operación, mantenimiento, procesamiento de información y proyectos especiales; estos últimos en convenios con diferentes universidades para realizar estudios e investigaciones que garanticen una nueva y actualizada información que ayude al desarrollo eficiente y confiable en el tema.

1.2 AUSPICIANTES DEL PROYECTO

En convenio con la Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Geográfica y Medio Ambiente; CORPAIRE, auspicia el proyecto de la elaboración de un modelo de distribución espacial y temporal del tráfico vehicular a través de un inventario de fuentes móviles.

1.3 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto abarca la zona perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito debido a que la información a procesar pertenece a las calles y avenidas de esta área. La influencia por lo tanto se la clasificaría como local.

1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

La calidad del aire en Quito ha experimentado un deterioro en los últimos años, por la gran cantidad de emisiones emanadas a la atmósfera originadas por distintas fuentes, especialmente las móviles, motivo de interés de este proyecto al observar el explosivo crecimiento en la urbe del parque automotor lo que ha abarrotado las avenidas de la capital, que por su accidentada geografía no puede construir vías alternativas de descongestión, ocasionando un crecimiento notable de emisiones, congestión de tránsito, enfermedades respiratorias, etc..

Esta contaminación esta relacionada directamente con diversas enfermedades especialmente en los niños, como lo indica Fundación Natura en un estudio entre fines del año 2000 y principios del 2001¹, en el que escoge 906 escolares durante un periodo de 3 meses, y demuestra una mayor incidencia de enfermedades respiratorias altas entre los niños que estudian en un sector con alta circulación vehicular, igualmente demostró que estos niños tenían un exceso de carboxihemoglobina, tóxico formado en su sangre, que reflejaba la presencia de monóxido de carbono en el aire, gas que provienen en un 95% de las emisión de vehículos a gasolina.

Según un informe presentado por Rodolfo Lacy² indica que los altos niveles de la contaminación de la ciudad de Quito tienen su origen principal en la quema diaria estimada, en 1999, de cerca de 1.6 millones de litros de gasolina, 2 millones de litros de diesel, un volumen estimado de 2.5 millones de litros de gas licuado de petróleo y mas de 50 mil litros de bunker. El 80% de los contaminantes emitidos a la atmósfera provienen de la circulación automotriz³.

Estos resultados indican la preocupante situación que vive la urbe y por ello se debe tomar una serie de medidas tecnológicas para evaluar y analizar la distribución de los contaminantes en diferentes sectores la ciudad, aportando al establecimiento de medidas o políticas de control vial, por lo que es necesario determinar valores aproximados para encontrar soluciones conjuntas con la sociedad, policía y entidades municipales.

1. Oviedo Jorge. *Escolares con enfermedades respiratorias causadas por la contaminación del aire en Quito.*
2. *Experto ambiental mexicano y ex director del sistema de revisión técnica vehicular de México.*
3. *Dirección de Medio Ambiente Del MDMQ.*

1.5 OBJETIVO GENERAL

Implantar un modelo de distribución espacial y temporal de emisiones del tráfico vehicular en la ciudad de Quito a través del establecimiento de un inventario de fuentes móviles como herramienta para la toma de decisiones dentro de las entidades municipales en el tema vial ambiental.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Adaptar un modelo para la estimación de la distribución espacial y temporal de las emisiones asociadas al transporte urbano en la ciudad de Quito.
- Construir base de datos (espaciales y no espaciales) necesaria para el inventario de las emisiones móviles.
- Desarrollar mapa temático de emisión y concentración de contaminantes en los diferentes sectores de análisis.
- Definir la metodología para la clasificación de la información y construcción del modelo usando software específico.
- Realizar la monografía correspondiente al proyecto de grado.

1.7 METAS

- Generar una base de datos en la cual conste el número total de vehículos y la clasificación por año de fabricación, tipo de combustible y tipo de servicio.
- Elaborar mapas de emisiones del flujo vehicular en la ciudad de Quito.
- Crear una interfase de consulta para manejo dinámico de la información ingresada en el modelo, software a utilizar Arc View.
- Presentar un modelo descriptivo de la adaptación generada en el estudio para la clasificación de vehículos en una base de datos estructurada.
- Elaborar el informe técnico en el cual se resuma la metodología llevada y las características de los resultados.

1.8 ALCANCE

En el proyecto se determinará la emisión de los contaminantes HC, CO, y NOx por segmento de vía en diferente período de tiempo (hora pico AM, hora pico PM y hora valle), este resultado se visualizará en mapas temáticos con ayuda de un Sistema de Información Geográfico que permita realizar consultas por contaminante, período de contaminación y zona determinada en el Distrito, dejando la posibilidad de cambios futuros para actualizaciones e innovación de datos luego de próximas investigaciones.

1.9 LIMITACIONES

- La información base para el estudio será proporcionada por CORPAIRE, el porcentaje de vehículos analizados estará en directa relación con el registro municipal, el área de estudio por lo tanto se limitará a la información proporcionada de manera que queden establecidos los límites del producto final.
- Los factores de emisión utilizados serán generales a menos que existan parámetros específicos para el área de estudio.
- El análisis está diseñado para fuentes móviles únicamente debido a que no existe un inventario de fuentes fijas al momento.
- Se trabajará sobre cartografía previamente editada por el Municipio de Quito escala 1:1000, por lo que las vías contarán con la información base proporcionada, lo que no garantiza que al buscar en el sistema nombres actualizados de segmentos de vías, estas se encuentren dibujadas, mas tendrán la información de emisión requerida.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

- 2.1 Atmósfera
- 2.2 Contaminación Atmosférica
- 2.3 Aspectos Meteorológicos
- 2.4 Fuentes Contaminantes
- 2.5 Fuentes Móviles
 - 2.5.1 Combustibles
 - 2.5.2 Procesos de Emisión de Fuentes Móviles
- 2.6 Inventario de Emisiones
- 2.7 Cálculo de Emisiones
- 2.8 Sistema de Información Geográfico
 - 2.8.1 Componente de un SIG
 - 2.8.2 Funcionamiento de un SIG
 - 2.8.3 Construcción de Bases de Datos Geográficos

2.1 ATMOSFERA

Hace 4600 millones de años con el nacimiento de la Tierra se formó una capa gaseosa alrededor llamada atmósfera. Esta constituye un verdadero escudo protector que filtra determinadas radiaciones solares, manteniendo condiciones aptas de vida. La atmósfera también proporciona oxígeno y desempeña un importante papel en el transporte de energía y equilibrio térmico.

La atmósfera de las primeras épocas de la historia estaba formada por vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno, junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno (H₂) y monóxido de carbono pero con ausencia de oxígeno. Era una atmósfera ligeramente reductora hasta que la actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono hace unos 2500 o 2000 millones de años y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual que se indica en la tabla 2.1

TABLA 2.1

GASES FUNDAMENTALES QUE FORMAN LA ATMOSFERA

GAS	PORCENTAJE EN VOLUMEN	PORCENTAJE EN MASA	MASA (miles de millones de toneladas)
NITRÓGENO	78.09	76.5	3865000
OXÍGENO	20.9	23.15	1184000
ARGÓN	0.93	1.28	65000
DIÓXIDO DE CARBONO	0.03	0.046	2350

REFERENCIA (8) : MARCANO JOSE

Otros gases de interés presentes en la atmósfera son el vapor de agua, el ozono y diferentes óxidos de nitrógeno, azufre, etc. También hay partículas de polvo en suspensión como, por ejemplo, partículas inorgánicas, pequeños organismos o restos de ellos. Muchas veces estas partículas pueden servir de núcleos de condensación en la formación de nieblas (smog).

2.2 CONTAMINACION ATMOSFERICA

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

En la actualidad se tiene patrones o normas que consideran contaminación atmosférica cuando sus concentraciones son notablemente más elevadas que en la situación normal, como se demuestra en la tabla 2.2 donde se determina en partes por millón (ppm) la concentración, y se comparan los niveles de concentración entre aire limpio y aire contaminado.

TABLA 2.2

COMPARACION DE NIVELES DE CONCENTRACION

COMPONENTES	AIRE LIMPIO	AIRE CONTAMINADO
SO ₂	0.001-0.01 ppm	0.02-2 ppm
CO ₂	310-330 ppm	350-700 ppm
CO	<1 ppm	5-200 ppm
NO _x	0.001-0.01 ppm	0.01-0.5 ppm
Hidrocarburos	1 ppm	1-20 ppm
Partículas	10-20 ug/m ³	70-700 ug/m ³

REFERENCIA (4) SEINFELD JH.

La explotación intensiva de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales, han dado lugar a la saturación de la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza lo que lleva a perturbaciones irreversibles del equilibrio ecológico general, cuyas consecuencias a largo plazo no son fácilmente previsibles, ya que las emisiones de gases, vapores, polvos y aerosoles, al difundirse a la atmósfera, se integran en los distintos ciclos biogeoquímicos que se desarrollan en la Tierra.

Es por lo tanto que se determina una primera clasificación de estas sustancias, atendiendo a cómo se forman, esta las distingue entre contaminantes primarios y contaminantes secundarios, como se observa en la tabla 2.3.

TABLA 2.3

CLASIFICACION DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

CONTAMINANTES PRIMARIOS	<p>Entendemos por contaminantes primarios aquellas sustancias contaminantes que son vertidas directamente a la atmósfera. Los contaminantes primarios provienen de muy diversas fuentes dando lugar a la llamada contaminación convencional. Su naturaleza física y su composición química son muy variadas, pudiendo ser agrupados atendiendo a su peculiaridad característica tal como su estado físico o elemento químico común.</p>	<p>Contaminantes atmosféricos más frecuentes que causan alteraciones en la atmósfera</p>	Material Particulado (incluyen partículas sedimentables, en suspensión y humos).
			Óxidos de azufre, SOx.
			Monóxido de carbono, CO.
			Óxidos de nitrógeno, NOx.
			Hidrocarburos, Hn Cm
			Derivados del azufre.
			Halógenos y sus derivados.
			Arsénico y sus derivados.
			Componentes orgánicos.
			Partículas de metales pesados y ligeros, como el plomo, mercurio, cobre, zinc.
Partículas de sustancias minerales, como el amianto y los asbestos.			
Sustancias radioactivas			
CONTAMINANTES SECUNDARIOS	<p>Los contaminantes atmosféricos secundarios no se vierten directamente a la atmósfera desde los focos emisores, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios.</p>		O ₃
			Peroxiacilnitratos
			Peroxido de Hidrogeno
			Radicales Hidroxilo.

2.3 ASPECTOS METEOROLOGICOS

El estudio de las condiciones meteorológicas nos da una idea de la evolución del proceso de contaminación y del posible control de la contaminación atmosférica, por ser responsable del transporte y de los procesos de transformación.

Las condiciones meteorológicas que más afectan al transporte y transformación de los contaminantes son:

- Presión atmosférica
- Temperatura
- Grado de humedad
- Radiación solar incidente y reflejada por la tierra
- Viento (velocidad y dirección)

El viento generalmente favorece la difusión de los contaminantes ya que desplaza las masas de aire en función de la presión y la temperatura. El efecto que puede causar el viento depende de los accidentes del terreno o incluso de la configuración de los edificios en las zonas urbanizadas.

Al contrario del viento, la humedad juega un papel negativo en la evolución de los contaminantes ya que favorece la acumulación de humos y polvo. Por otra parte, el vapor de agua puede reaccionar con ciertos aniones aumentando la agresividad de los mismos, por ejemplo el trióxido de azufre en presencia de vapor de agua se transforma en ácido sulfúrico, lo mismo ocurre con los cloruros y los fluoruros para dar ácido clorhídrico y fluorhídrico respectivamente.

Normalmente, la temperatura del aire disminuye con la distancia, de tal manera que en una atmósfera normal hay una disminución de 0.64 a 1 °C cada 100 metros en la zona más próxima a la superficie de la tierra, por encima de ella la temperatura disminuye más rápidamente. Este sería el gradiente térmico normal, pero bajo determinadas condiciones orográficas y climatológicas este gradiente puede alterarse de tal manera que a una determinada altura la temperatura del aire es superior a la de una altura inferior. El problema que esto crea es impedir la dispersión vertical de los humos y de otros contaminantes enviados a la atmósfera por las industrias, calefacciones, motores de explosión, actividades urbanas etc. A esto se le denomina como inversión térmica, y puede ser causada por uno de los siguientes procesos:

- Superposición de masas de aire que se encuentran a diferentes temperaturas. Un ejemplo característico es el paso de un frente frío o cálido
- Alteración de una masa de aire que originalmente era homogénea, modificándose la estructura vertical de los niveles bajos de la atmósfera. Este caso es debido principalmente al enfriamiento de la superficie de la tierra durante la noche.

Por esto es frecuente la aparición de inversiones térmicas en la costa oeste de los continentes, presentando un alto número de inversiones térmicas a lo largo del año, agravado por un alto índice de contaminación existente en las ciudades.

Por otro lado también se analiza los fenómenos hidrometeorológicos que se observan como nieblas y precipitaciones:

Las nieblas se producen cuando el grado de humedad en la atmósfera es muy elevado. Las principales reacciones se dan en invierno ya que en verano al aumentar la temperatura se pueden disipar. Este grado de humedad de las nieblas propicia determinados procesos de contaminación primarios para dar lugar a contaminantes secundarios. La presencia de las nieblas hace que varíen las características de la atmósfera, como es la visibilidad y el grado de penetración de la radiación solar (esta radiación mata microorganismos), lo que provoca que en épocas de niebla aumente la contaminación y las enfermedades.

La lluvia, nieve o granizo lo que hacen es disminuir la concentración de los contaminantes ya que provocan un efecto de disolución y arrastre de los contaminantes, es decir, lavan la atmósfera, pero como consecuencia de esto hay un mayor aumento de la contaminación del suelo.

Todos estos procesos de inmersión, vientos y fenómenos hidrometeorológicos lo que hacen es agravar o disminuir un proceso de contaminación, pero no lo crean.

2.4 FUENTES CONTAMINANTES

El lugar donde se origina la emisión se denomina, fuente; la contaminación atmosférica se produce de diferentes fuentes que se las clasifica en natural y antropogénica, como indica a continuación la tabla 2.4.

TABLA 2.4
FUENTES CONTAMINANTES

FUENTES NATURALES	FUENTES	CONTAMINANTES
	Volcanes	Óxidos de azufre, partículas
	Fuegos Forestales	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas
	Vendavales	Polvo
	Plantas (vivas)	Hidrocarburos, polen
	Plantas (en descomposición)	Metano, sulfuro de hidrógeno
	Suelo	Virus, polvo
	Mar	Partículas de sal
FUENTES ANTROPOGENICAS	FUENTES	DEFINICION
	Puntuales	Son fuentes estacionarias, grandes, que se caracterizan por emitir cantidades de contaminantes por arriba de un cierto umbral Instalaciones, plantas o actividades dentro de una región.
	De Área	Actividades pequeñas para ser determinadas como fuente puntual. Por lo general sus emisiones se calculan a partir de factores de emisión y de niveles de actividad Incluyen a las fuentes móviles que no circulan por calles o por carreteras
	Móviles	Vehículos automotores que circulan por calles o carreteras.

REFERENCIA (3) : MARCANO JOSE

Con frecuencia, los contaminantes naturales ocurren en cantidades mayores que los productos de las actividades humanas, los llamados contaminantes antropogénicos. Sin embargo, los contaminantes antropogénicos presentan la amenaza más significativa a largo plazo para la biósfera.

2.5 FUENTES MOVILES

Los automotores que circulan por carretera es la definición que tienen para fuentes móviles, de ahí que es importante conocer el tipo de combustible que utilizan, los procesos de emisión producidos, de esta manera se presenta a continuación diferentes temas importantes para este estudio.

2.5.1 COMBUSTIBLES

Pese a la ola ecologista que rige la actualidad y los nuevos estudios que evidencian prototipos de autos con tecnologías diferentes como carrocería forrada por costosas celdas solares, impulsados por pesadas baterías, que indican no lejano el día que la energía alternativa reemplace el motor de

combustión; por el momento no se puede negar la realidad del dominio de los vehículos de gasolina y diesel, ya que el precio del petróleo es menor que otro tipo de energía, además de existir una enorme infraestructura económica: refinerías, gasolineras, industria automovilística, talleres mecánicos, etc., lo que nos mantiene ligados al esquema tradicional de la utilización de combustibles derivados del petróleo, sin embargo la tabla 2.5 enumera a los combustibles utilizados por los vehículos y compara las ventajas que estos producen frente a los aspectos no favorables.

TABLA 2.5

COMPARACION DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS POR VEHICULOS

	FAVORABLES	NO FAVORABLES
NAFTALENO	Posibilidad de usar catalizadores para anular casi totalmente la contaminación.	Monóxido de carbono. Combustible no renovable. Bajo rendimiento.
DIESEL	No contamina con monóxido de carbono Económico. Bajo consumo.	Contaminantes pesados: ácido sulfúrico, cadmio, aluminio, etc.
GAS NATURAL	Sólo emite dióxido de carbono y agua, y muy bajo nivel de contaminantes como el CO y el N2O3. Económico.	Al ser un derivado del petróleo, sus reservas están agotadas, se calcula existencias solo hasta 2050. Bajo rendimiento.
GAS LICUADO DE PETROLEO	Silencioso. Funciona también en naftalenos con una mínima reforma. Menor contaminación.	Derivado de petróleo, sus reservas están agotadas. Pocas estaciones de servicios que lo expendan.
ETANOL (bioalcohol)	Es renovable de origen agrícola. Puede obtenerse a partir de muchas clases de vegetales. Poco contaminante, emite menos compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos que la nafta.	El motor a nafta necesita grandes cambios para ser adaptado. No arranca con temperaturas menores de 10 ° C. Bajo rendimiento. Caro.
BIOACEITES (vegetales)	Proceden del cultivo por lo que son renovables. Muy poco contaminante.	Materia prima cara. Los motores convencionales de combustión necesitan grandes cambios para que funcionen con este tipo de aceite.
BIODIESEL (aceite modificado estermetilico)	En su producción se obtiene harina de alto contenido en proteínas para la ganadería, procedente de los restos de las cáscaras de semillas. Reduce el humo negro y las emisiones en motores Diesel. No emite óxido de azufre responsable de la lluvia ácida.	El costo tres veces superior al gasoil. Se debe cambiar el aceite con más asiduidad porque se diluye en el cárter. Necesita aditivos para arrancar a bajas temperaturas.
HIDROGENO	No contamina, sólo emite vapor de agua. Puede ser usado tanto en motores de combustión como en los eléctricos. Alto rendimiento.	Tiene grandes problemas técnicos de almacenamiento, se debe controlar su temperatura para evitar riesgos de explosión y los depósitos deben ser más grandes.

Se debe tomar sin embargo conciencia por el proceso de contaminación de los vehículos, determinando incluso el tipo de combustible que utiliza, ya que en la ciudad un porcentaje de contaminación por tipo de combustible, según los datos del primer año de operación de la REMMAQ a finales del 2004 evidencia como 92,44% a los vehículos con motor a gasolina, mientras que a diesel funciona solamente el 7.56% restante. La importancia de esta información se determina por el resultado de emisión en el proceso de quema de combustible del vehículo, como lo indica a continuación la tabla 2.6.

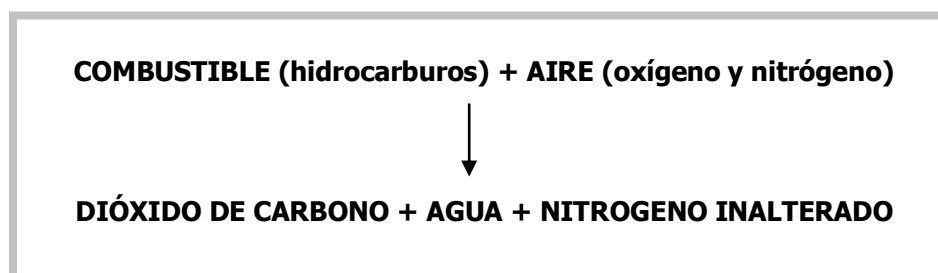
TABLA 2.6

CONTAMINANTES PRODUCIDOS POR VEHICULOS AUTOMOTORES

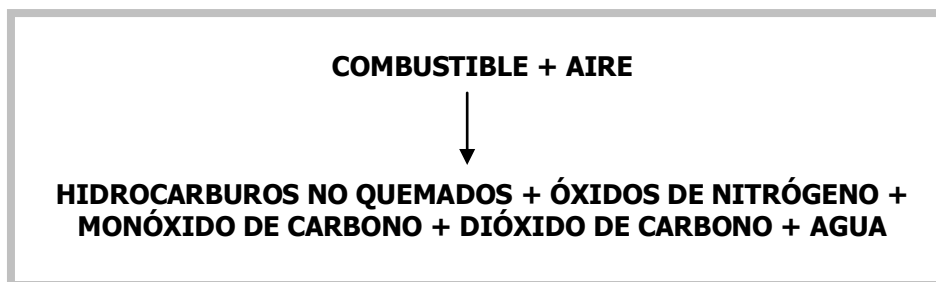
CONTAMINANTE	ORIGEN
CO	Combustión Incompleta.
NOx	Alta temperatura y presión en el motor.
HC y COVs	Combustión Incompleta / pérdida evaporación.
SO₂	Presencia de azufre en combustibles.
PM₁₀	Combustión Incompleta.
TPS	Presencia de ceniza en combustibles.

La gasolina y los combustibles de diesel son mezclas de hidrocarburos, compuestos que contienen átomos de hidrógeno y carbono. En un motor "perfecto", el oxígeno en el aire convertiría todo el hidrógeno de la gasolina en agua y todo el carbono del combustible en dióxido de carbono. El nitrógeno del aire quedaría inalterado. En realidad, el proceso de combustión no puede ser "perfecto", y es por ello que los motores de los automóviles emiten varios tipos de contaminantes.

Combustión "Perfecta"



Combustión Típica del Motor



Como ya se determinó en el primer capítulo de este proyecto los contaminantes a ser estudiados serán CO, HC y NO_x, por lo que es preciso indicar características que ayuden a comprender la importancia de evitar la generación de estos compuestos por los problemas que representa para el ambiente.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas incoloro, inodoro e insípido y su punto de ebullición es de -192° C. Presenta una densidad del 96,5 por ciento de la del aire, siendo un gas muy ligero que no es apreciablemente soluble en agua. Es inflamable y arde con llama azul, aunque no mantiene la combustión.

El CO se produce generalmente como resultado de algunos de los siguientes procesos químicos:

- Combustión incompleta del carbono.
- Reacción a elevada temperatura entre el CO₂ y materiales que tienen carbono.
- Disociación del CO₂ a altas temperaturas.
- Oxidación atmosférica del metano (CH₄ procedente de la fermentación anaerobia (sin aire) de la materia orgánica).
- Proceso de producción y degradación de la clorofila en las plantas.

Los principales problemas de contaminación atmosférica por CO son debidos a la combustión incompleta de carburantes en los automóviles.

Aunque el monóxido de carbono (CO) es el contaminante más abundante de la atmósfera terrestre, el hombre sólo produce el 9.4 % del CO atmosférico. Debido a que reacciona con la hemoglobina de la sangre, el CO es peligroso. La hemoglobina funciona normalmente como sistema de transporte en la sangre para llevar oxígeno en forma de oxihemoglobina desde los pulmones a las células de todo el cuerpo. El CO se combina de

manera reversible a la hemoglobina y tiene una afinidad por ésta 220 veces más fuerte que el oxígeno. El producto formado, la carboxihemoglobina (COHb), no puede transportar oxígeno. Los efectos del CO en la salud se pueden medir por el porcentaje de COHb que se encuentra en la sangre, provocando, conforme aumenta, las siguientes consecuencias: afecta la percepción del tiempo y del espacio, la agudeza visual, la percepción del brillo; disminuye la actividad sicomotriz; hay dolor de cabeza, fatiga, confusión, somnolencia, hasta llegar, en casos de elevada cantidad de COHb, a la taquicardia, coma, fallas respiratorias y muerte por falta de oxígeno. La exposición a altas concentraciones de CO en humanos produce lesiones irreversibles en la corteza cerebral.

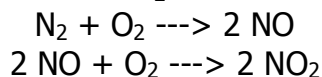
Óxidos de nitrógeno (NOx)

Los contaminantes que poseen en su molécula algún átomo de nitrógeno pueden clasificarse en 3 grupos diferentes: *formas orgánicas, formas oxidadas y forma reducidas.*

Se conocen ocho óxidos de nitrógeno distintos, pero normalmente sólo tienen interés como contaminantes dos de ellos, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). El resto se encuentra en equilibrio con estos dos, pero en concentraciones tan extraordinariamente bajas que carecen de importancia.

El óxido nítrico (NO) es un gas incoloro y no inflamable, pero inodoro y tóxico. El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas pardo-rojizo, no es inflamable pero sí tóxico y se caracteriza por un olor muy asfixiante. Se utiliza normalmente la notación NOx para representar colectivamente al NO y al NO₂ implicados en la contaminación del aire.

La mayor parte de los óxidos de nitrógeno se forman por la oxidación del nitrógeno atmosférico durante los procesos de combustión a temperaturas elevadas. El oxígeno y el nitrógeno del aire reaccionan para formar NO, oxidándose este posteriormente a NO₂.



La mayor parte de los NOx emitidos a la atmósfera lo son en la forma NO.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) son importantes contribuyentes potenciales de fenómenos nocivos como la lluvia ácida y la eutrofización en las zonas costeras. Para la salud humana tiene efectos irritantes ojos, nariz y garganta, produciendo lesiones pulmonares en exposición prolongada.

Hidrocarburos (HC)

Son sustancias que contienen hidrógeno y carbono. El estado físico de los hidrocarburos, de los que se conocen decenas de millares, depende de su estructura molecular y en particular del número de átomos de carbono que forman su molécula.

Se producen por la combustión incompleta de combustibles y otras sustancias que utilizan carbono. Procesamiento, distribución y uso de compuestos derivados del petróleo. Incendios, reacciones químicas en la atmósfera y descomposición bacteriana de la materia orgánica en ausencia del oxígeno.

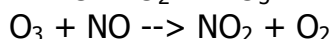
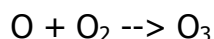
Los hidrocarburos que contienen de uno a cuatro átomos de carbono son gases a la temperatura ordinaria, siendo estos los más importantes desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, ya que favorecen la formación de las reacciones fotoquímicas, porque se pueden combinar en presencia de luz solar con óxidos de nitrógeno.

No se describen sus efectos sobre los seres vivos, salvo para el etileno (detiene el crecimiento de las plantas) y los hidrocarburos aromáticos (resultan cancerígenos). Contribuyen junto a los NO_x y la luz UV a la contaminación fotoquímica y al efecto invernadero.

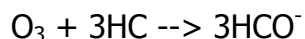
Estos contaminantes al reaccionar entre sí en presencia de la radiación ultravioleta de los rayos del sol ocasionan la contaminación fotoquímica. La formación de los oxidantes se ve favorecida en situaciones estacionarias de altas presiones (anticiclones) asociados a una fuerte insolación y vientos débiles que dificultan la dispersión de los contaminantes primarios.

El mecanismo de formación de los oxidantes fotoquímicos es complejo, realizándose por etapas a través de una serie de reacciones químicas. El proceso completo puede ser simplificado en las tres etapas siguientes:

- Formación de oxidantes a través del ciclo fotolítico del NO₂



- Formación de radicales libres activos. La presencia en el aire de hidrocarburos hace que el ciclo fotolítico se desequilibre al reaccionar éstos con el oxígeno atómico y el ozono generado, produciendo radicales libres muy reactivos.



- Formación de productos finales. Los radicales libres formados reaccionan con otros radicales, con los contaminantes primarios y con los

constituyentes normales del aire, dando lugar a los contaminantes fotoquímicos según las reacciones:



La mezcla resultante de todas estas sustancias da lugar a la denominada contaminación fotoquímica o smog fotoquímico. Este tipo de contaminación se presenta cada vez con más frecuencia en las grandes ciudades de los países industrializados, siendo muy interesante el estudio de la variación durante el día de la concentración de los contaminantes que intervienen en el mecanismo de formación de los oxidantes fotoquímicos. A medida que avanza la mañana la radiación solar favorece la formación de oxidantes fotoquímicos, aumentando su concentración en la atmósfera. Cuando disminuyen las concentraciones de los precursores (NO_x y HC) en la atmósfera, cesa la formación de oxidantes y sus concentraciones disminuyen al avanzar el día. De aquí que la contaminación fotoquímica se manifieste principalmente por la mañana en las ciudades.

En las primeras horas de la mañana se produce una intensa emisión de hidrocarburos (HC) y óxido nítrico (NO) al comenzar la actividad humana en las grandes ciudades (tráfico intenso). El óxido nítrico (NO) se oxida a óxido nitroso (NO₂) aumentando la concentración de este último en la atmósfera. Las concentraciones superiores de NO₂ unido a que la radiación solar se va haciendo más intensa, ponen en marcha el ciclo fotolítico del NO₂, generando oxígeno atómico que al transformarse en ozono conduce a un aumento de la concentración de este elemento y de radicales libres de hidrocarburos. Estos, al combinarse con cantidades apreciables de NO, producen una disminución de este compuesto en la atmósfera. Este descenso en la concentración de NO impide que se complete el ciclo fotolítico aumentando rápidamente la concentración de ozono (O₃) y, consiguientemente un debilitamiento crónico de la salud.

2.5.2 PROCESOS DE EMISIÓN EN FUENTES MÓVILES

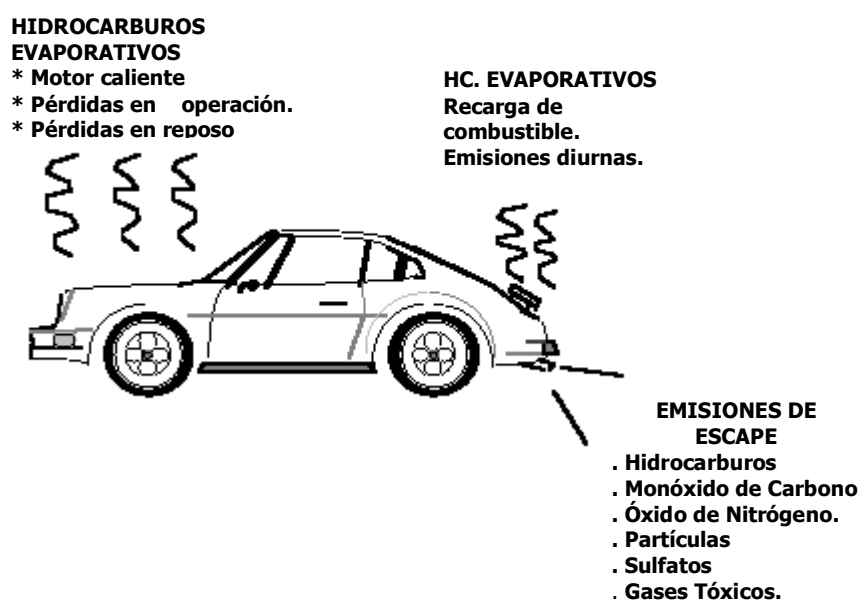
Las emisiones en un vehículo dependerán de la combustión del carburante en el motor, debido a diversos factores como se muestra a continuación:

- tipo y calidad del combustible utilizado,
- relación aire/combustible,
- sistema de suministro del combustible,
- sistema y tiempo de encendido,
- energía del encendido,
- relación de compresión,
- temperatura de combustión,
- régimen de carga y
- tratamiento de los gases de escape.

Se observa en la figura 2.1 que las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes. Las más comúnmente consideradas son las emisiones del escape, que resultan de la combustión del combustible y que son liberadas por el escape del vehículo. Los contaminantes de interés clave en este tipo de emisiones incluyen compuestos orgánicos volátiles COVs, óxidos de carbono CO, óxidos de nitrógeno NOx, óxidos de azufre SOx, material particulado PM, gases tóxicos del aire (1, 3-butadieno, benceno, formaldehído, etc.), y las especies reductoras de visibilidad (amoníaco, sulfatos, PM2.5, etc.).

FIGURA 2.1

PROCESO DE EMISIONES EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES



REFERENCIA (3) : EPA

Además de las emisiones del escape, los vehículos automotores registran una gran variedad de procesos de emisión evaporativa que se limitan a emisiones de COVs, y que incluyen:

- **Emisiones Evaporativas del Motor Caliente:** Son aquellas que se presentan debido a la volatilización del combustible en el sistema de alimentación después de que el motor se ha apagado. El calor residual del motor volatiliza el combustible.
- **Emisiones Evaporativas de Operación:** Son las emisiones ocasionadas por las fugas de combustible, como líquido o vapor, que se presentan mientras el motor está en funcionamiento.

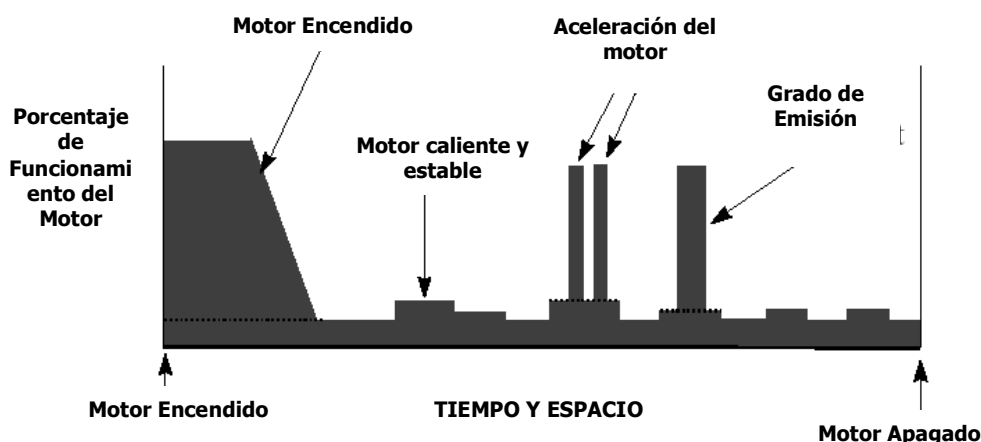
- **Emisiones Evaporativas Durante la Recarga de Combustible:** Son las emisiones evaporativas desplazadas del tanque de combustible del vehículo durante la recarga. Estas pueden ocurrir mientras el vehículo está en reposo y en puntos conocidos, como las gasolineras.
- **Emisiones Diurnas:** Son las emisiones del tanque de combustible del vehículo debidas a una mayor temperatura del combustible y a la presión de vapor del mismo. Estas emisiones se deben al incremento de la temperatura ambiente ocasionado por el sistema de escape del vehículo o por el calor reflejado en la superficie del camino.
- **Emisiones Evaporativas en Reposo:** Son emisiones evaporativas diferentes a las anteriores, que se presentan cuando el motor no está en funcionamiento. Las pérdidas en reposo se deben principalmente a fugas de combustible y de la permeación del vapor a través de las líneas de alimentación del combustible.

Adicional a las fuentes anteriores de emisión de material particulado se debe tomar en cuenta, la de mayor magnitud que es el levantamiento de polvo del camino, polvo recogido por las llantas del vehículo y suspendido en el aire por la turbulencia ocasionada por el movimiento. Otras fuentes de PM no originadas en el escape incluyen el desgaste de las llantas y frenos. En general, estas fuentes son insignificantes cuando se comparan con las del escape y el polvo levantado y, por lo tanto, en algunas ocasiones son omitidas de los inventarios de emisiones.

Se debe recordar que las emisiones están en referencia con el modo de operación específica de un determinado tipo de vehículo. La figura 2.2 demuestra la magnitud relativa del escape de emisiones de CO de un vehículo durante un viaje en tiempo y espacio, indicando desde el momento en que se prende el motor, se aprecia enseguida que se produce un calentamiento del motor durante otro periodo de tiempo, luego la emisión desciende y se estabiliza (hot-stabilized mode). El porcentaje de estabilización es interrumpido por periodos de alta emisión (enrichment mode).

FIGURA 2.2

EMISION DE CO POR VIAJE HIPOTETICO DE UN VEHICULO



REFERENCIA (3) : EPA

La emisión en el primer instante se produce en los primeros pocos minutos cuando se opera el vehículo, esto es causado primeramente por el equipo de control de emisiones que funciona solamente a altas temperaturas. La magnitud de la emisión esta en función principalmente de relación aire/combustible, temperatura catalítica y temperatura del motor.

2.6 INVENTARIO DE EMISIONES

La calidad del aire tiene una relación directa con el volumen de los contaminantes emitidos a la atmósfera, por ello que un componente necesario en el diseño y la aplicación de cualquier programa para controlar la contaminación del aire es almacenar información en un inventario de emisiones definido como "el elemento base para desarrollar un programa de calidad del aire consistente y con posibilidades de llegar a una reducción equitativa y eficaz de las emisiones que producen las industrias, los comercios y servicios, los vehículos automotores, los suelos y la vegetación."¹.

A continuación se indica los usos que se le da a los inventarios de emisiones de fuentes móviles, para definir prioridades al momento de desarrollarlos y que permitan identificar los contaminantes emitidos, cuantificar la tasa de emisión y ser manejados como instrumentos de relación entre las autoridades y la población, de esta manera se puede aclarar las limitaciones y funciones generales de este elemento:

- **Determinan el cumplimiento de las diferentes reglamentaciones.** Esto se agiliza con la construcción de un inventario que clasifica en determinado grupo al vehículo permitiendo un mejor manejo de información a la autoridad competente el momento de la revisión.
- **Desarrolla las condiciones para licencias de funcionamiento.** De igual manera con un inventario se puede almacenar información dependiendo de las características existentes en el parque automotor, esta información ayuda a las autoridades policiales (en este caso) a determinar la aprobación o no de un determinado vehículo.
- **Cimientos para la construcción de un plan de calidad de aire.** Esto se logra con el estudio de los datos obtenidos relacionándolos con el sistema vial de la ciudad y organizando planes ambientales.
- **Estima impactos a la calidad del aire, en conjunto con modelos.** En nuestro caso de estudio, resulta ser el primer paso para obtener las emisiones por trabajar con factores de emisión.
- **Permiten determinar las especificaciones para el equipo de control.** Al momento de realizar la clasificación, se la debe hacer con ciertas especificaciones técnicas previas establecidas, lo que ayuda en la utilización de equipos especiales, al conocer la particularidad del caso en Quito, la adquisición de materiales para las revisiones son cotizadas a tiempo.
- **Permiten determinar créditos de emisiones.**
- **Permiten calcular cuotas de emisión y multas por emisiones en exceso.** Esto se determina luego del cálculo del modelo.
- **Permiten establecer la aplicabilidad de los diferentes requerimientos regulatorios.** Al obtener los datos de emisión, se determina la proporción de contaminación por tipo de vehículo y con esta información se regula las normas actuales.
- **Satisfacen los requerimientos establecidos en las regulaciones en cuanto a reportes.**
- **Permiten identificar áreas de incertidumbre en el inventario**
- **Permiten analizar escenarios potenciales del tipo "¿qué pasaría si...?".** Al tener una base de datos, se puede realizar proyecciones y analizar casos futuros y de esta manera tomar precauciones.

Por lo general, las áreas de los inventarios se definen por la división política, con frecuencia son conjuntos de jurisdicciones que experimentan problemas comunes de calidad del aire. El tipo de inventario determina el área geográfica exacta que debe cubrirse.

2.7 CALCULO DE EMISIONES

Determinar la emisión del contaminante dependerá de la información con la que se cuente en determinado proyecto, se tienen diferentes métodos como se indica a continuación:

- a) Muestreo en la fuente
- b) Sistema de Monitoreo Continuo
- c) Encuestas
- d) Balances de materiales
- e) Extrapolaciones.
- f) Factores de emisión

a) Muestreo en la Fuente

Se realiza a través de mediciones de cribado, instrumento para separar partículas de distinto grosor o impurezas, compuesto de un cerco al cual está asegurado un cuero agujereado o una tela metálica, de esta manera se evalúa el desempeño y diseño de los dispositivos de contaminación atmosférica, y se lo compara de acuerdo al cumplimiento con las regulaciones de calidad del aire.

b) Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (SMC) Modelos de Emisiones

- Mecanísticos
- De variable múltiple
- Adaptativos.

c) Encuestas

Se diseñan cuestionarios para recolectar datos de emisiones. Las más eficientes son formas para recolección de datos y cuestionarios. Las formas pueden servir como documentación de antecedentes. Pueden ser genéricas o específicas para un tipo de industria o de dispositivo.

e) Extrapolación

Escalar las emisiones de una fuente de emisiones dada a otra fuente basándose en un parámetro de escalamiento conocido para ambas fuentes:

- Cantidad de producción
- Área
- Número de empleados

f) Factores de Emisión

Un factor de emisión es una razón que relaciona la cantidad de contaminante liberado a la atmósfera con una unidad de actividad que

puede ser basado en proceso o en censo. Los factores de emisión (FE) se usan con frecuencia para estimar las emisiones de diferentes tipos de fuentes basados en "masa de contaminante por unidad de actividad"

- Ejemplo de un factor de emisión: gramos de CO/kilómetro recorrido por vehículo (KRV)

De lo que la emisión estará dada por:

$$\text{Emisiones} = \text{Factor de Emisión (FE)} \times \text{Dato de Actividad (DA)}$$

A esto se debe ajustar las emisiones por eficiencia del equipo de control (EC) si lo hay, es decir: $\text{Emisiones} = \text{FE} \times \text{DA} (1-\text{EC})$

Para procesos industriales los datos de actividad son generalmente reportados como tasas respecto a peso del proceso (por ejemplo kg, ton, o l por hora), para el equipo en el que se quema combustible los datos de actividad son reportados como tasas de consumo de combustible (por ejemplo, ton, l, o kJ por hora)

A continuación se presenta los métodos encontrados para el cálculo de los factores de emisión presentando un resumen que explique las variables que se necesitan.

TABLA 2.7

METODOS PROPUESTOS PARA FUENTES MOVILES

CATEGORÍA PRINCIPAL	RECOMENDACIONES A CORTO PLAZO	RECOMENDACIONES A LARGO PLAZO	CONTAMINANTES A ESTIMAR
VEHICULOS EN CIRCULACIÓN	Utilización del MOBILE MCMA/MMA/JUAREZ y MOBILE5C	Utilización del MOBILE MCMA /MMA/JUAREZ y MOBILE5C	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
AERONAVES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
FERROCARRILES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
BARCOS COMERCIALES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
MAQUINARIA AGRICOLA	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
MAQUINARIA INDUSTRIAL	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
EQUIPO COMERCIAL LIGERO	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
EQUIPO DE JARDINERIA	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
EQUIPO DE RECREACION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo Multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.
BARCOS DE RECREACION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH3 y Particulado.

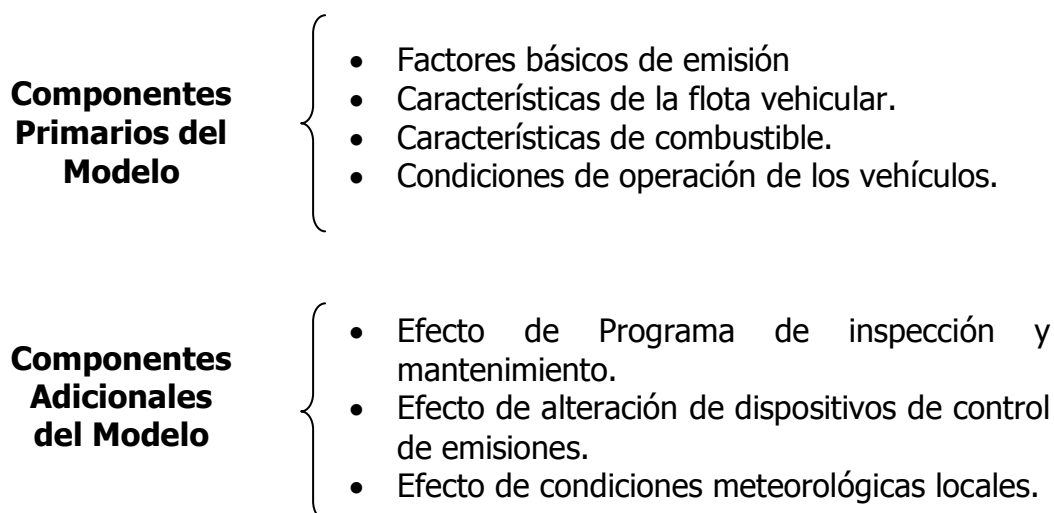
REFERENCIA (6) : RUIZ ADOLFO

Los primeros estudios para el cálculo de los factores de emisión usado por U.S. EPA es el modelo **Mobile**, en la actualidad la nueva versión es **Mobile 5a**.

Basado bajo las mismas variables se tiene además **Mobile 5c** adecuado para ser usado en cualquier área geográfica

En el proceso de actualización se modifica **MCMA** (Mobile-México City Metropolitan Area), donde se calculan los factores de emisión a base de pruebas realizadas a los vehículos con una matriz de equivalencia tecnológica, este modelo se aplica para la zona metropolitana de México. De esta idea parte el diseño de MMAP (Mobile-Monterrey Metropolitan Area preliminary) que aún sigue en estudio para tener aplicaciones regionales.

Los modelos Mobile calculan factores de emisión para NOx, CO y COVs utilizando componentes primarios y adicionales.



Detalles de Componentes

- **Características de la flota vehicular**
Se determina el tipo del vehículo, la distribución y las tasas de acumulación de kilometraje.
- **Características del Combustible**
Dentro de esta variable se manejan conceptos de presión de vapor reid PVR, usando de encuestas locales y la preparación de procedimientos se define dentro del uso de Mobile en Mobile Sources.
Combustibles oxigenados es una variable que se agrega por estar dentro de la composición de la gasolina en Estados Unidos donde la mezclan con alcohol o éter.
Gasolinas Reformuladas, es también caso particular en EEUU.

- **Programa de inspección y mantenimiento**
Dentro de este componente se revisa programas y la estimación de tasas y cumplimiento.
- **Dispositivos de control de emisiones**
Se especifica el tipo de programa de control y de inspección por tipo de vehículo, donde se encuentran sistemas de control de emisiones como se revisó en el capítulo de fuentes móviles. Además se analiza como parte de control la velocidad por tipo de camino usando datos generados por modelos de tráfico.

Mobile 5a tiene en su modo de operación la corrección basada en el porcentaje de kilómetros recorridos por vehículo (krv), estos a su vez se clasifican en:

- PCCN, krv acumulado por vehículo sin catalizador en el modo de etapa de encendido frío.
- PCHC, krv acumulado por vehículo con catalizador en el modo de etapa de encendido frío.
- PCCC, krv acumulado por vehículo con catalizador en el modo de etapa de encendido caliente.

El modelo permite utilizar valores ya establecidos para EEUU.

- **Condiciones Meteorológicas Locales**
Se deben ingresar tres datos de temperatura ambiente, el máximo, mínimo y un valor intermedio que sirve para corrección.

PART 5 es un modelo que proporciona valores iniciales, supuestos para muchos parámetros, basándose en promedios nacionales de Estados Unidos, por lo que los datos básicos son limitados y deben ser modificados para adaptar a otro lugar geográfico, se pueden usar especificaciones.

El modelo es utilizado para el cálculo de factores de emisión de partículas por distribución de tamaño para vehículos de gasolina y diesel, estos datos incluyen emisiones provenientes de:

- Partículas de escape y sus componentes (Pb, óxidos de azufre)
- Desgaste de los frenos
- Desgaste de las llantas.
- Polvos de suspensión del camino (pavimentados y no pavimentados)

El modelo emplea muchos de los parámetros usados por Mobile, con algunas categorías que requiere mayor detalle, aunque la información debe ser modificada para adaptar a la región que se quiera aplicar.

COPERT que calcula factores de emisión a partir de un modelo de tráfico en vías, no incluye el efecto de volatilidad de combustible, altitud o rendimientos altos del motor, por lo que provee únicamente estimaciones gruesas, basados en gráficas y ecuaciones que presenta el programa de cálculo que además no requiere un dato extenso del tráfico.

Luego del análisis efectuado para cada uno de los modelos se aplican los resultados del Mobile-Mexico City Metropolitan Area entregando los factores de emisión para CO, HC y NOx.

En el país no se han elaborado inventarios de emisiones, lo cual será un impedimento para efectuar comparaciones y evaluar las tendencias de las emisiones. Este último punto es fundamental para evaluar el impacto de los programas y medidas de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Para estructurar el objetivo del proyecto no se debe olvidar entonces que un inventario permite "identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en términos de la reducción de emisiones alcanzada."¹, por lo que resulta necesaria la organización de una base de datos del parque vehicular, información obtenida en la empresa Corpaire que ofrece los registros de los centros de revisión y control vehicular (CRCV) establecidos en nueve sectores de la ciudad.

2.8 SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO

Los sistemas de información geográficos (SIG) se han convertido en nuevos elementos de identidad territorial en el ámbito de una nueva sociedad de la información. Su valor más esencial reside en las posibilidades que ofrecen para mostrarnos la realidad geográfica, describiendo los elementos espaciales en función de su posición en la superficie terrestre, de sus atributos temáticos y de las relaciones entre ellos en un tiempo concreto, permitiendo a nuestra sociedad disponer de los suficientes elementos de juicio para afrontar decisiones de futuro con el rigor necesario.

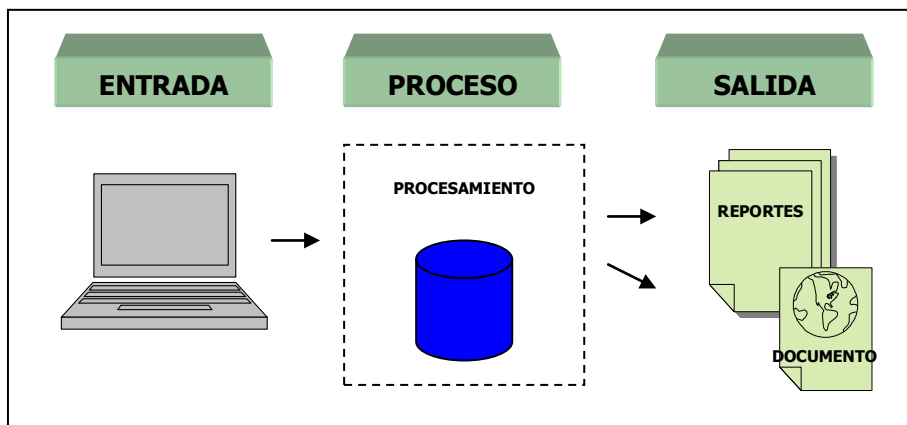
La necesidad entonces de manejar un sistema de información en los diferentes niveles, debe ser capaz de cumplir con los siguientes propósitos:

- Satisfacer las necesidades de procesamiento de datos
- Producir gran variedad de informes
- Proporcionar información a los administradores, en apoyo de las actividades de planeación, control y toma de decisiones.

Un sistema de información ejecuta tres actividades generales. En primer lugar, recibe datos de fuentes internas o externas como elementos de entrada; actúa entonces sobre estos para producir información que el sistema por último, la transmite al usuario. La evaluación de la información obtenida, permite la retroalimentación del sistema, los componentes entonces se muestran a continuación en la figura 2.3

FIGURA 2.3

COMPONENTES DE UN SIG



Es un sistema computarizado diseñado para permitir a los usuarios coleccionar, manejar y analizar grandes volúmenes de datos de atributo asociados y espacialmente referidos. El Sistema de Información Geográfica se utiliza para resolver investigaciones complejas, para los problemas de manejo, y para la planeación.

2.8.1 COMPONENTES DE UN SIG

Los componentes principales del SIG son: una interfase del usuario, la capacidad para el manejo de la base de datos del sistema, la creación de base de datos la capacidad para la captura de datos, el paquete de la manipulación y el análisis de datos espaciales y la demostración de la función de generación.

- Hardware
- Software
- Información
- Personal
- Métodos

Hardware

Los SIG corren en un amplio rango de tipos de computadoras desde equipos centralizados hasta configuraciones individuales o de red, una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación.

Software

Los programas SIG proveen las herramientas y funcionalidades necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica, los componentes principales del software SIG son:

- Sistema de manejo de base de datos.
- Una interfase gráfica de usuarios (IGU) para el fácil acceso a las herramientas.
- Herramientas para captura y manejo de información geográfica.
- Herramientas para soporte de consultas, análisis y visualización de datos geográficos.

Información

El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a preguntas de la forma mas acertada posible. La consecución de datos correctos generalmente absorbe entre un 60 y 80% del presupuesto de implementación del SIG, y la recolección de los datos es un proceso largo que frecuentemente demora el desarrollo de productos que son de utilidad. Los datos geográficos y alfanuméricos pueden obtenerse por recursos propios u obtenerse a través de proveedores de datos. Mantener, organizar y manejar los datos debe ser política de la organización.

Personal

Las tecnologías SIG son de valor limitado si no se cuenta con los especialistas en manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y se maneja erróneamente, el hardware y el software no se manipula en todo su potencial.

Métodos

Para que un SIG tenga una implementación exitosa debe basarse en un buen diseño y reglas de actividad definidas, que son los modelos y prácticas operativas exclusivas en cada organización.

2.8.2 FUNCIONAMIENTO DEL SIG

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continua. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar

para establecer cualquier otro sistema de información; sin embargo, en los SIG hay que considerar las características especiales de los datos utilizados y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.

La información geográfica contiene una referencia territorial explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como domicilio o código postal. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación.

La representación primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y área. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños respecto a su entorno próximo.

Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la magnitud de su longitud, con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías del acueducto entre otros.

Los objetos de tipo área se representan en un SIG de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo se modelan las superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, un embalse de generación, entre otros.

Los SIG funcionan con dos tipos diferentes de información geográfica: el modelo vector y el modelo ráster.

En los sistemas a base de **vectores**, el trabajo lineal se representa mediante una serie de segmentos rectos llamados vectores. Las coordenadas X, Y del final de cada vector se digitalizan y se almacenan de forma explícita, y las conexiones se indican mediante la organización de los puntos en la base de datos.

En los sistemas a base de **cuadrículas** o de celdas, el mapa se representa en formato rectangular o en células rectangulares o cuadradas, a cada una de las cuales se le asigna un valor.

2.8.3 CONSTRUCCIÓN DE BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente

en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir.

Para encadenar objetos y atributos en una categoría a cada objeto contenido en una categoría se le asigna un único número identificador. Cada objeto está caracterizado por una localización única (atributos gráficos con relación a unas coordenadas geográficas) y por un conjunto de descripciones (atributos no gráficos) El modelo de datos permite relacionar y ligar atributos gráficos y no gráficos. Las relaciones se establecen tanto desde el punto de vista posicional como topológico.

Los datos posicionales dicen donde está el elemento y los datos topológicos informan sobre la ubicación del elemento con relación a los otros elementos. Los atributos no gráficos dicen qué es, y cómo es el objeto. El número identificador que es único para cada objeto de la categoría es almacenado tanto en el archivo o mapa de objetos como en la tabla de atributos, lo cual garantiza una correspondencia estricta entre los atributos gráficos y no gráficos.

CAPITULO III

MARCO LEGAL

3.1 Legislación Ambiental

3.2 Políticas Internacionales

3.3 Políticas Nacionales

3.4 Ordenanzas Municipales dentro de DMQ.

3.4.1 Índice Quiteño de la Calidad del Aire

3.1 LEGISLACION AMBIENTAL

El derecho ambiental surge por la notoria amenaza que la revolución industrial ha generado en el planeta, se la plantea respecto a la defensa, protección y preservación del ambiente, involucrando exigencias de una evaluación de impacto ambiental mencionando restricciones de uso, delimitación de áreas protegidas o designación de recursos que quieren ser protegidos, mediante estándares cualitativos o cuantitativos.

Para este proyecto es importante considerar las disposiciones dadas a través de las distintas normas, tanto a nivel nacional como internacional, para así conocer el estado actual de la gestión del recurso aire en el Ecuador y el contexto legal que regula las concentraciones de los diferentes contaminantes. Visto así, el modelo servirá como guía para verificar, conjuntamente con las estaciones de monitoreo, el cumplimiento de tales disposiciones dentro del Distrito Metropolitano de Quito, tomando en cuenta principalmente que el monitoreo del aire es una herramienta básica de la gestión ambiental, y que la información que produce debe ser utilizada para el diseño, implementación y evaluación de las políticas de control de las fuentes generadoras de emisiones, así como para la ejecución de las acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de este recurso. Debemos considerar además el importante hecho de que en ciudades de altura como Quito, las condiciones climáticas, topográficas y de operación de los equipos de combustión, las vuelven más sensibles a experimentar episodios graves de contaminación atmosférica, que conllevan peligros potenciales para la salud de sus habitantes.

3.2 POLITICAS INTERNACIONALES

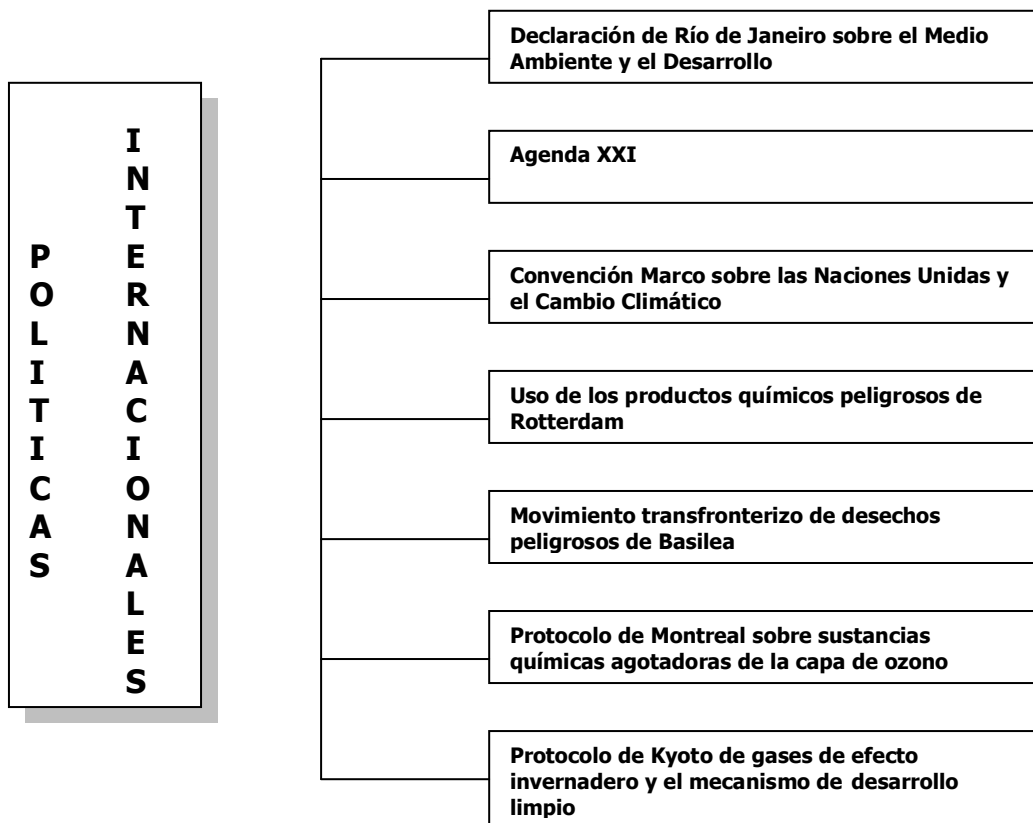
Dentro de la legislación ambiental en nuestro país, contamos con instrumentos regulatorios tanto nacionales como internacionales. Los acuerdos internacionales en su mayoría son acuerdos flexibles que crean un compromiso de los países hacia un objetivo pero no generan un castigo o penalidad en el caso de no ser cumplidos.

El impulso de los acuerdos y la formulación de tratados internacionales, comprenden más de 400 títulos de investigación multilateral que se vienen proponiendo desde 1864 y que son de gran trascendencia para la protección del medio ambiente.

La figura 3.1 muestra las políticas internacionales que mediante la determinación de niveles de afectación hacia la población, analiza y plantea acciones correctivas, amparadas en el principio de precaución, a favor del medio ambiente. De esta forma se compromete y determina la necesidad de nuevas tecnologías que nos permita continuar con un desarrollo sustentable y sostenible, a través de instrumentos legales, pero con total énfasis técnico, operativo y de gestión integral de recursos, que nos permita minimizar contaminantes mediante procesos más limpios, así como optimizar el consumo de recursos naturales y materias primas.

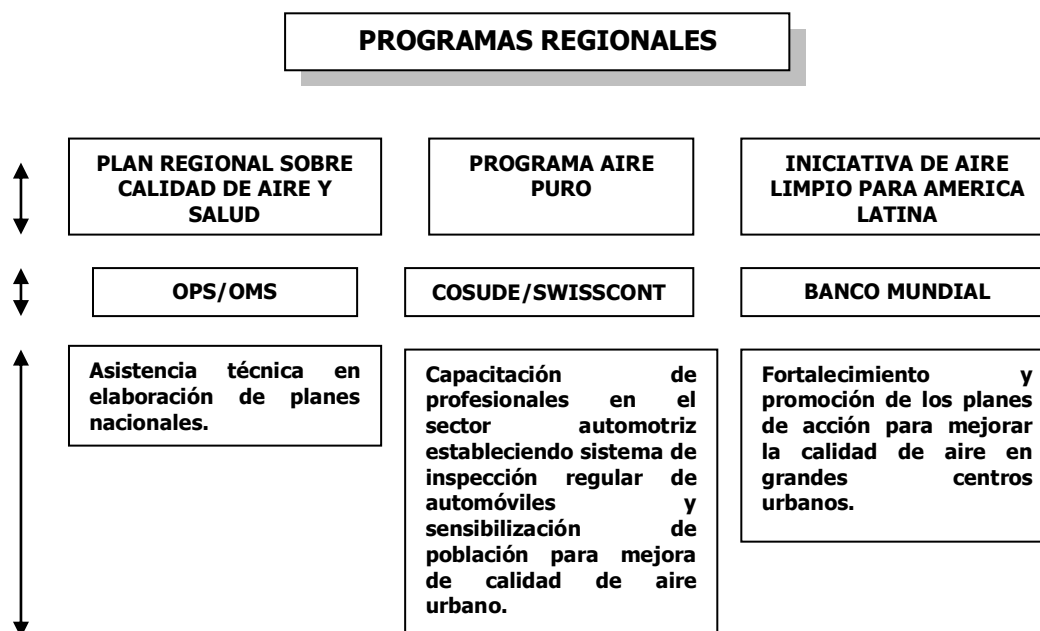
FIGURA 3.1

POLITICAS INTERNACIONALES



En las políticas detalladas nuestro país es signatario y todas tienen que ver con el manejo de la calidad de aire. Además de estos tratados globales existen tratados regionales en los cuales se delinear acciones mas concretas, como se indica en la figura 3.2

FIGURA 3.2



Se debe reconocer que estas políticas de acción se desarrollan en la capital con un sinnúmero de visitas, cursos y charlas técnicas en pro de la mejora en la calidad del aire.

Como se ve el marco legal e institucional para el manejo del recurso aire está ampliamente justificado en el ámbito internacional. El Ecuador al ser un país considerado en desarrollo debe tomar ventaja de los programas de cooperación y apoyo que están definidos dentro de estos tratados y por este medio lograr acceder a tecnología y conocimiento que lleve a mejorar la situación del mismo. Algunos ejemplos de estos programas son los Mecanismos de desarrollo limpio así como los créditos de carbono que a pesar de no estar plenamente definidos en la actualidad, se está empezando a utilizarlos y se puede obtener grandes beneficios a través de los mismos.

3.3 POLITICAS NACIONALES

En cuanto al marco normativo interno del país, la Ley de Gestión Ambiental establece el marco institucional, encargándose principalmente de las funciones administrativas y delegando las distintas responsabilidades en el desempeño de las competencias ambientales. Esto es desarrollado por las siguientes instituciones como se muestra en la figura 3.3.

FIGURA 3.3

INFORMACION RECOPIADA SOBRE LA GESTION DEL RECURSO AIRE EN EL ECUADOR

INSTITUCION/ ORGANIZACION	ENTIDAD RESPONSABLE	MARCO LEGAL	MARCO INSTITUCIONAL
MINISTERIO DEL AMBIENTE	SUBSECRETARIA DE CALIDAD AMBIENTAL / DIRECCION DE CONTROL Y PREVENCION DE CONTAMINACION	<ul style="list-style-type: none"> • Normar el manejo ambiental y evaluar los impactos ambientales • Formular, promover y coordinar políticas de Estado dirigidas hacia el desarrollo sustentable y competitividad del país 	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable. • Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. • Sistema Único de Manejo Ambiental
COMITÉ INTERINSTITUCIONAL	UNIDAD DE CAMBIO CLIMATICO (COMITÉ NACIONAL DEL CLIMA-CNC)	<ul style="list-style-type: none"> • Promover y diseñar políticas y estrategias en aspectos climáticos • coordinación y cumplimiento de acuerdos y convenios internacionales • Establecimiento de grupos de trabajo y equipos nacionales de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comité Nacional del Clima.
	COMITÉ GENERAL PARA LA GESTION DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS	<ul style="list-style-type: none"> • Regular la gestión de productos químicos peligrosos. • Actuar como órgano de asesoría. • Aprobar los listados de PQP. • Determinar el tipo de información de PQP que se considere como reservada 	<ul style="list-style-type: none"> • Comité Nacional para la gestión de productos químicos peligrosos. • Secretaria técnica • Subcomités técnicos.
MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA	DIRECCION NACIONAL DE SALUD - DINASA	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar y cancelar Registro Sanitario. • Promoción de acciones sobre tema de salud ambiental • Realizar inspecciones y análisis de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinasa en cooperación y conjuntamente con distintos grupos de trabajo.

INSTITUCION/ ORGANIZACION	ENTIDAD RESPONSABLE	MARCO LEGAL	MARCO INSTITUCIONAL
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS	SUBSECRETARIA DE PROTECCION AMBIENTAL/ DIRECCION NACIONAL DE PROTECCION AMBIENTAL SUBSECRETARIA DE HIDROCARBUROS. SUBSECRETARIA DE MINAS. SUBSECRETARIA DE ELECTRIFICACION.	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Hidrocarburos. • Ley de Minería. • Controlar, fiscalizar y auditar ,a través de las subsecretarías, la gestión ambiental de las diferentes actividades 	<ul style="list-style-type: none"> • MEM en cooperación y conjuntamente con distintos grupos de trabajo.

Para mayor referencia y ayuda en cuanto al tema se puede ingresar al texto unificado de la legislación ambiental secundaria que consiste en distintos libros los mismos que están compuestos de títulos y capítulos. En tanto la regulación y normas en cuanto al recurso aire se encuentra en el Libro VI con la siguiente información:

- Título I
 - Sistema Único de Manejo Ambiental
- Título IV
 - Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.
- Título VII
 - Del Cambio Climático
 - Anexo 3. Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.
 - Anexo 4. Norma de Calidad del Aire Ambiente.
 - Anexo 5. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.

La Sección 4.1.2.1 de la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente, establecida en el Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2003) define los siguientes niveles de concentración máxima permitida para los contaminantes comunes del aire ambiente, esta información se encuentra en el anexo del Marco Legal A, y la tabla 3.1 es un resumen de niveles de contaminación permitida.

TABLA 3.1

NIVELES DE CONTAMINACION PERMITIDA

CONTAMINANTE	TIEMPO	CONCENTRACIÓN	
CO	8h	10mg/m ³	9 ppm
	1h	40mg/m ³	35ppm
SO ₂	24h	365 ug/m ³	0.14ppm
	Promedio anual	80 ug/m ³	0.03ppm
O ₃	Se puede sobrepasar máximo en 12 meses 1 sola vez.	200 ug/m ³	0.12 ppm
NO _x	24 h	100 ug/m ³	0.05 ppm
Partículas totales en suspensión	24h	80 ug/m ³	80 ppb
	Promedio anual 1 sola vez.	250 ug/m ³	250 ppb
Partículas sedimentables	30 días	1 mg/cm ²	
Hidrocarburos	3 h	160 ug/m ³	0.24 ppm

3.4 ORDENANZAS MUNICIPALES DENTRO DE DMQ

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), a través de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico (REMMAQ) de CORPAIRE trabaja para hacer conocer a las autoridades competentes y la ciudadanía en general, información confiable sobre la calidad del aire ambiental, la Ley de Régimen del MDMQ otorga ampliamente a favor del municipio facultades para establecer las políticas y dictar normas necesarias para el control de la contaminación ambiental. Es necesario conocer que la vigente Ley de Tránsito y Transporte Terrestre en sus artículos 51 y siguientes, establece la necesidad de existencia de Centros de Revisión y Control Vehicular como paso previo e indispensable para la matriculación anual de los automotores.

Por otro lado es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) el que tiene entre sus funciones establecer procedimientos y Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE) que tienen que ver con los porcentajes permitidos de emisiones de gases, con los porcentajes permitidos de opacidad.

El concejo Municipal de Quito, ha expedido desde entonces varias ordenanzas que se detallan en la tabla 3.2, de esta manera CORPAIRE reemplaza a la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA) en el ejercicio de determinadas facultades de control de las actividades de contaminación atmosférica dentro del Distrito.

TABLA 3.2

ORDENANZAS

ORDENANZA	REGISTRO	FECHA	DETALLE
0076	733	27-12-2002	Instaura RTV como obligatoria en Quito.
0093	154	25-08-2003	Reformas a ordenanza 0076 .
0120			se reintegra las facultades a la Dirección Metropolitana Ambiental para coordinar y fiscalizar los controles aleatorios en la vía pública, por medio de los que se efectúa la verificación de la realización de la revisión técnica vehicular. DMMA se reintegra como fiscalizador de controles aleatorios en la vía pública.
0119			Exigencia de producir y comercializar un diesel de calidad especial (diesel Premium) para el Distrito Metropolitano, cuya composición tiende a reducir los niveles de opacidad y por ende de contaminación, al proteger mejor que el diesel corriente, los componentes del motor. Para el control de la contaminación vehicular se dicta la ordenanza 0076 con el propósito de salvaguardar la vida y la salud de los habitantes de la urbe, controlar los niveles de contaminación ambiental, proteger la propiedad e incrementar el nivel de seguridad en las vías.

3.4.1 ÍNDICE QUITEÑO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para una mejor gestión del recurso aire es necesario utilizar indicadores que ayuden a determinar la calidad del mismo, es por eso que se crea el Índice Quiteño de la Calidad del Aire (IQCA) tomando en cuenta a la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) para guiar y adaptar a las exigencias de cada sector. Se toma en cuenta los rangos en que se basa la legislación nacional ecuatoriana sobre la calidad del aire y en algunos aspectos, en los que la legislación ecuatoriana no establece una norma específica, se toma como referencia lo que está vigente en los Estados Unidos en el Air Quality Index (AQI) de EPA, que es probablemente lo más conocido y avanzado en relación al tema de calidad del aire. Esto se fundamenta en el concepto emitido por el AQI y está basado en esa norma de calidad del aire ambiente que es parte de la reglamentación de la Ley de Gestión Ambiental. Estos son índices de colores indican qué tan saludable está el aire que se respira determinado día. Los colores van del Verde al Amarillo al Anaranjado al Rojo al Morado al Marrón; cada color dice que el aire está menos limpio que el color anterior.

La utilidad del IQCA se manifiesta en que para cada rango se describen de manera ilustrativa las principales medidas de precaución que deberían ser adoptadas por la población para minimizar la magnitud de esos efectos nocivos, así como las medidas de control que deberían tomarse de manera urgente para reducir los niveles de contaminación bajo los niveles de precaución.

El IQCA es una escala numérica entre 0 y 500, con rangos intermedios expresados también en diferentes colores. Mientras más alto es el valor del IQCA, mayor es el nivel de contaminación atmosférica y, consecuentemente, los peligros para la salud de las personas.

La base de la construcción del IQCA es que un valor de 100 corresponde a los límites máximos permitidos en la norma nacional de calidad del aire para los distintos contaminantes, de manera de que valores del IQCA comprendidos entre 0 y 100 se consideran inofensivos para la salud humana y, por tanto, no requieren ninguna medida preventiva o de control adicional a las políticas y planes que regularmente se ejecutan en la perspectiva de mejorar la calidad del aire o prevenir su deterioro.

A partir de esta consideración básica, se han definido seis niveles o categorías, tomando como límites superiores para cada una de ellas los siguientes criterios:

- Para las dos primeras categorías (deseable y aceptable) se han considerado los valores correspondientes al 50% y el 100% del límite máximo establecido en la norma ecuatoriana, para los períodos de medición señalados en los niveles de alerta, alarma y emergencia de la misma norma. El nivel deseable se ha introducido como un indicativo de la mejor condición que se podría alcanzar, y con ello incentivar el cumplimiento de las medidas regulares o normales de control, definidas por las autoridades y la sociedad.
- Para las cuatro siguientes categorías (de precaución, de alerta, de alarma y de emergencia), se adoptan los valores establecidos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire correspondientes a las concentraciones que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia ante situaciones críticas de contaminación del aire.

La tabla 3.3 presenta las categorías del IQCA y sus valores límites, para cada contaminante común de la atmósfera.

TABLA 3.3

LÍMITES NUMÉRICOS DE CADA CATEGORÍA DEL IQCA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Rango	Categoría	CO ^a	O ₃ ^b	NO _x ^c	SO ₂ ^d	PM _{2.5} ^e
0 – 50	Nivel deseable	0 - 5000	0 - 80	0 - 75	0 - 175	0 – 33
50 – 100	Nivel aceptable	5001 - 10 000	81 - 160	76 - 150	176 - 350	34 – 65
100 – 200	Nivel de precaución	10001 - 15 000	161 - 300	151 - 1200	351 - 800	66 – 150
200 – 300	Nivel de alerta	15001 - 30 000	301 - 600	1201 - 2300	801 - 1600	151 – 250
300 – 400	Nivel de alarma	30001 - 40 000	601 - 800	2301 - 3000	1601 - 2100	251 – 350
400 – 500	Nivel emergencia	> 40000	> 800	> 3000	> 2100	> 350

REFERENCIA (5) : CORPAIRE

- Se refiere a la concentración promedio en ocho horas
- Se refiere a la concentración promedio en una hora de los oxidantes fotoquímicos expresados como ozono
- Se refiere a la concentración máxima en 24 horas de los óxidos de nitrógeno expresados como NO₂
- Se refiere a la concentración promedio en 24 horas
- La norma ecuatoriana no establece niveles de alerta en función del PM_{2.5}, sino del PM₁₀; por ello, los valores que se anotan en la tabla son los vigentes para el AQI de los Estados Unidos. Los valores se refieren a las concentraciones máximas en 24 horas.

El significado para cada categoría desde el punto de vista de las preocupaciones para la salud de las personas y además un código de colores que posibilita una más rápida asimilación del mensaje que se pretende comunicar, se lo puede revisar en el anexo del marco legal que muestra además como han sido adaptados estos colores en asocio con la comunicación de alertas utilizada para el caso de las erupciones volcánicas, sobre lo que existe alguna experiencia en Quito.

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA

- 4.1 Personalización del Modelo**
- 4.2 Clasificación Vehicular**
- 4.3 Adaptación del Modelo de Transporte**
- 4.4 Cálculo de Emisión**
- 4.5 Personalización del Sistema de Información Geográfico**

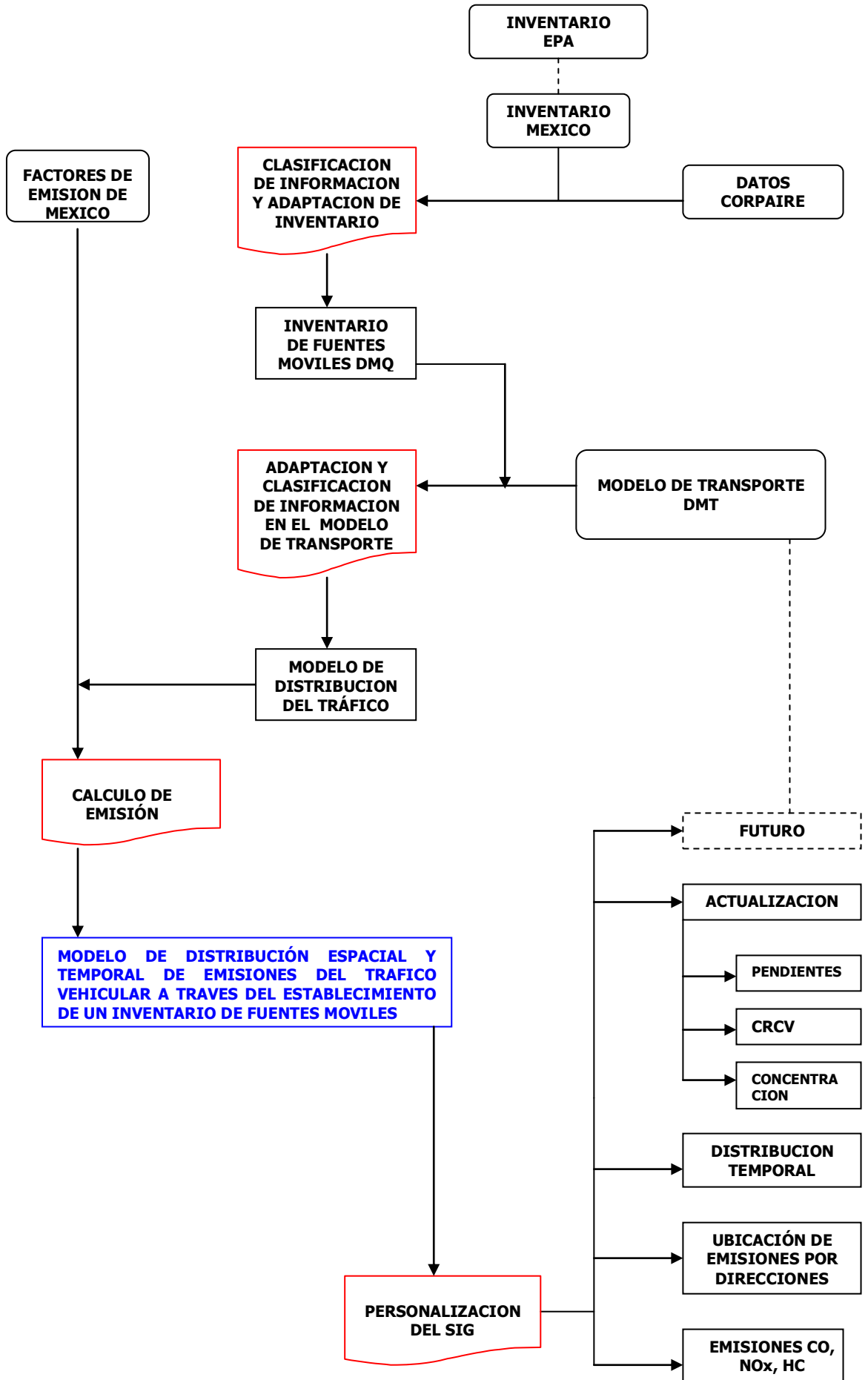
4.1 PERSONALIZACION DEL MODELO DE EMISION

Para determinar la emisión de los diferentes contaminantes en cada una de las vías de la ciudad, se ha realizado varios procesos a partir de la información recolectada, lo que ha permitido identificar las entradas, seleccionar procesos de clasificación, de adaptación o generación de información según el requerimiento de cada etapa dentro de la construcción del Modelo, las mismas que detallan el trabajo realizado y los resultados obtenidos durante el proyecto; además se cuenta con un sistema de información geográfico abierto para integrar cambios y actualizaciones constantes que ingresen al círculo de calidad para la mejora continua, estos anexos servirán para futuros estudios y evaluaciones del sistema en caso de ser requeridos, todo esto dentro de una personalización del software que permite un fácil manejo para el usuario en busca de los diferentes mapas, ubicación de las vías, clasificación de información y la protección de la misma.

A continuación se presenta un diagrama del Modelo diferenciando las entradas procesos y salidas como lo explica la figura 4.1

FIGURA 4.1





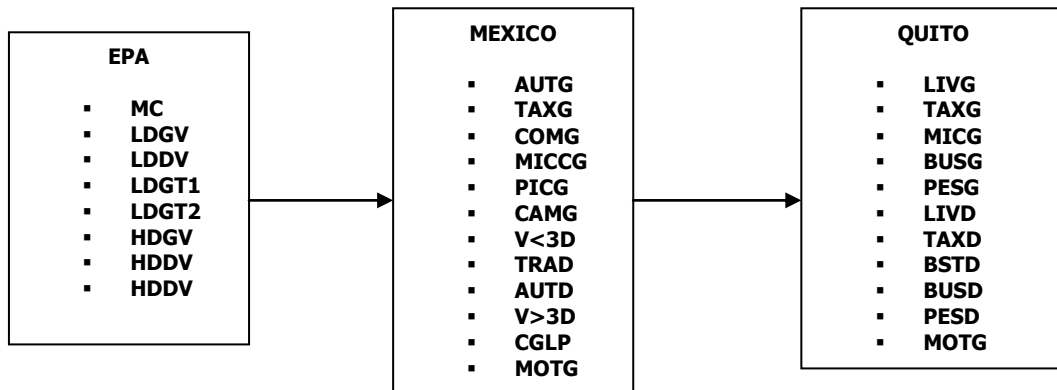
4.2 CLASIFICACION VEHICULAR MDMQ



Ya que el objetivo de este estudio es determinar las emisiones de los diferentes contaminantes por los vehículos en la ciudad, el inventario se establece de tal manera que ayude a los requerimientos que el modelo exige para efectos de cálculo posterior; la base entonces la impone el inventario mexicano que realizo su clasificacion a partir del ejemplo de Estados Unidos que organiza el parque automotor por tipo de combustible, operación y peso. A continuación se puede evidenciar la adaptación del inventario en la figura 4.2

FIGURA 4.2

ADATACION DE INVENTARIO DE FUENTES MOVILES QUITO



Al aplicar las indicaciones específicas EPA logra tener una clasificación para el parque vehicular y la obtención de factores propios, de la que se tiene como resultado la siguiente lista:

- **MC;** motocicletas.
- **LDGV;** vehículos ligeros a gasolina
- **LDDV;** vehículos ligeros a diesel
- **LDGT1;** camiones ligeros a gasolina menores o iguales a 2727Kg
- **LDGT2;** camiones ligeros a gasolina desde 2727 hasta 3857Kg
- **HDGV;** camiones pesados a gasolina mayores de 3857Kg
- **HDDV;** camiones ligeros a diesel menores a 3857Kg.
- **HDDV;** camiones pesados a diesel mayores a 3857Kg.

Clasificación Vehicular de México

- Automóviles ligeros a gasolina de 400 hasta 3857Kg
- Camiones ligeros de gasolina hasta de 3857
- Vehículos pesados a gasolina desde 3857 hasta 6350Kg
- Vehículos pesados a gasolina mayores a 6350Kg
- Buses pesados a diesel mayores a 3857Kg
- Vehículos pesados a diesel mayores a 3857Kg

Esta clasificación se realiza en base a PBV peso bruto vehicular. La clasificación tomada entonces para Quito es una adaptación de acuerdo a las características propias, para lo cual se necesitó integrar información y realizar la comparación para definir los factores de emisión a utilizarse la ciudad, determinando entonces la similitud en cuanto a la distribución de la flota vehicular mexicana. Mediante esta clasificación se establece la siguiente tabla donde se añade el campo de motos por observar un notable crecimiento de este medio en los últimos años.

TABLA 4.1

DISTRIBUCIÓN DEL PARQUE VEHICULAR

DENOMINACION	TIPO DE VEHICULO
LIVG	Autos particulares a gasolina
TAXG	Taxis a gasolina
BSTG	Buseta a gasolina
MICG	Microbuses a gasolina
PESG	Camiones de carga a gasolina CAMG
LIVD	Autos particulares a diesel menores a 3 toneladas
TAXD	Taxis a diesel
BSTD	Busetas a diesel
BUSD	Autobuses a diesel
PESD	Vehículos a diesel mayores a 3 toneladas
MOTG	Motos a gasolina

FUENTE: DATOS REMMAQ

Los datos base para la construcción del inventario se tomaron de la información proporcionada por CORPAIRE, que cuenta con seis centros de revisión y control vehicular (CRCV) adaptados para las necesidades del usuario, incluyen normas ISO para verificación de procesos de emisión de cada vehículo, ya que se controla las diferentes secciones:

- Estado de vehículo en general de forma visual (vidrios, puertas, bocina, espejos, limpiaparabrisas, tablero de control, guarda choques, placas, tapa de combustible, etc.)
- Ruido del escape
- Control de emisiones.
- Control de velocímetro o taxímetro (caso particular)
- Amortiguación
- Sistema de suspensión
- Medición de eficacia y desequilibrio de frenos
- Comprobación de dirección
- Medición del labrado de los neumáticos.

La ubicación de los CRCVs en la ciudad responde a la necesidad de la ciudadanía, para evitar la congestión se limitan los centros para revisión de buses, vehículos pesados y motos, a continuación en la tabla 4.2 Se observa las direcciones que se presentan en el mapa 4.1

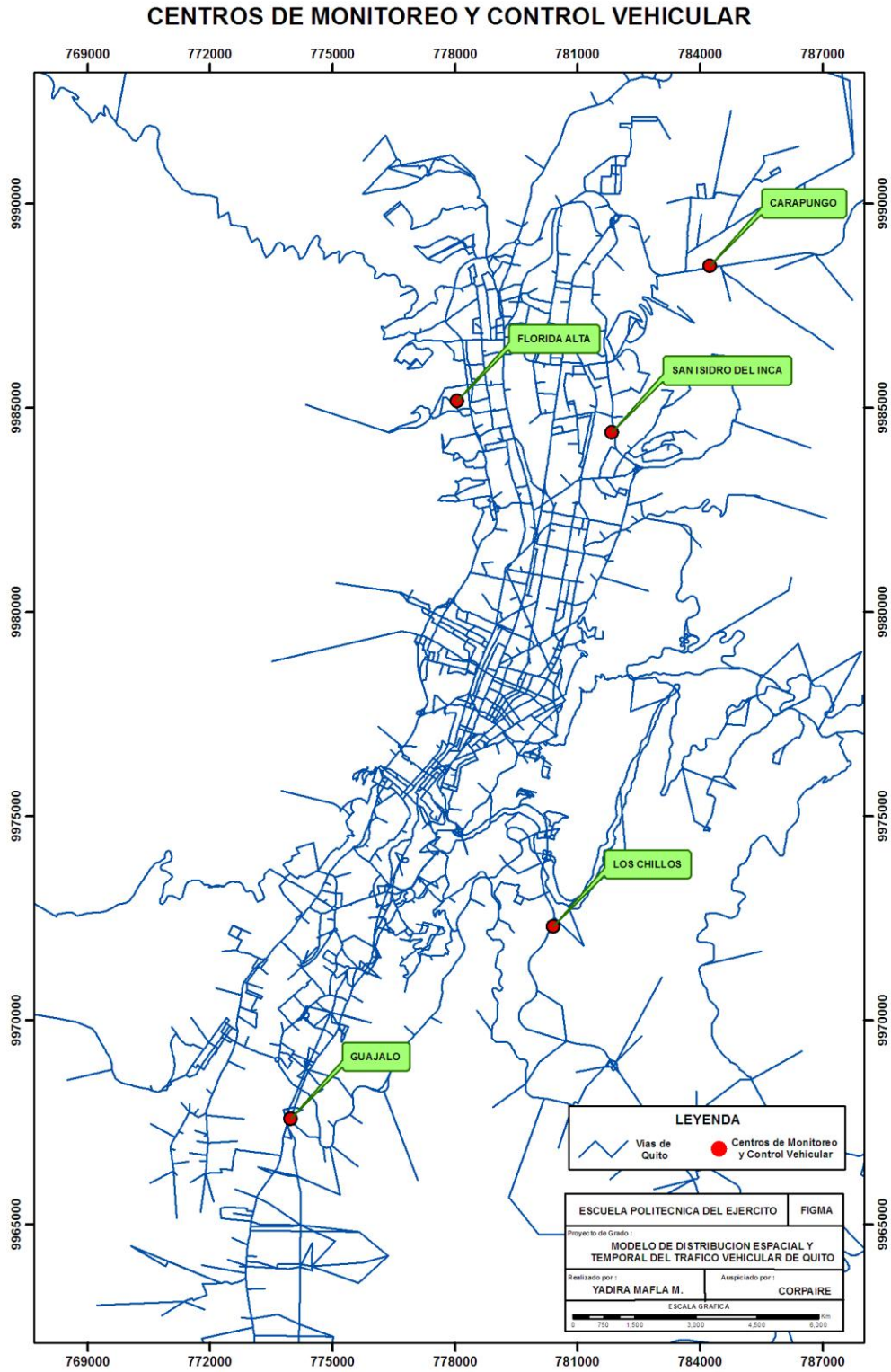
TABLA 4.2

UBICACIONN DE LOS CENTROS DE REVISION Y CONTROL VEHICULAR

CRCV	DIRECCION
Guajaló	Av. Maldonado Panamericana sur Km. 9
Carapungo	Panamericana Norte Km. 11
Florida Alta	Calle 1 Sector la Pulida
Guamaní	Calle 6 y Leonidas Mata Lote 100 Barrio La Perla
San Isidro	Los Guayabos 370 y los Álamos
Vía a los Chillos	Autopista los Chillos Km. 5 Puente peatonal #2

MAPA 4.1

UBICACIÓN DE CENTROS DE REVISION Y CONTROL VEHICULAR



Aunque no se ha realizado en el Distrito estudios para determinar la real composición del parque vehicular, se ha tomado como fuente esta información que determina el parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito con una edad media de 7.7 años, tomando como base la totalidad de los vehículos que pasaron la revisión de tránsito vehicular hasta el 10 de enero del 2004¹. Este mecanismo ofrece una cifra de 229335 vehículos revisados, que de acuerdo a los datos existentes corresponde al 75% del parque automotor total que se encuentra matriculado en la ciudad de Quito, por lo que a continuación se muestra la tabla 4.3 que detalla una primera clasificación vehicular en base del año, información de tomando la relación de la emisión del escape, que resulta de la combustión del combustible.

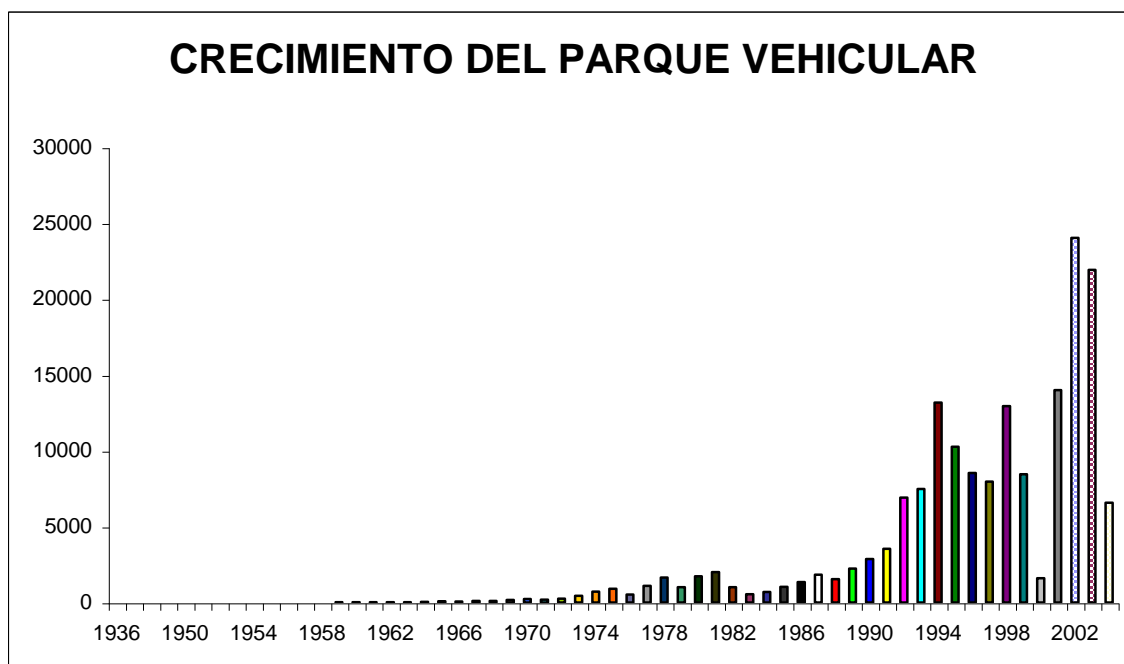
TABLA 4.3
CLASIFICACION VEHICULAR POR AÑO

AÑO	TOTAL
1974yant.	3841
1975	1365
1976	794
1977	1673
1978	2487
1979	1552
1980	2621
1981	3045
1982	1535
1983	831
1984	1059
1985	1574
1986	2058
1987	2828
1988	2356
1989	3405
1990	4349
1991	5409
1992	10571
1993	11400
1994	20123
1995	15649
1996	13010
1997	12142
1998	19752
1999	12932
2000	1674
2001	14598
2002	25045
2003	22812
2004	6845
TOTAL	229335
% TOTAL	100,00

REFERENCIA : DATOS CORPAIRE

A partir de esta información se puede determinar el crecimiento del parque vehicular, que tal como se muestra en la figura 4.3 demuestra claramente que en los últimos diez años se ha incrementado notablemente llegando a la congestión tan evidente por todos los quiteños en las principales calles y avenidas, especialmente en las denominadas horas pico en las que el acceso resulta un caos diario.

FIGURA 4.3



REFERENCIA : DATOS DE REMMAQ

Dentro de la recolección de datos se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos para la evaluación y veracidad de los mismos, ya que son factores que pueden afectar en el cálculo final, además brindan la oportunidad de recolectar mayor información y dar un enfoque más avanzado al estudio de impacto sobre la calidad del aire, si fuera el caso.

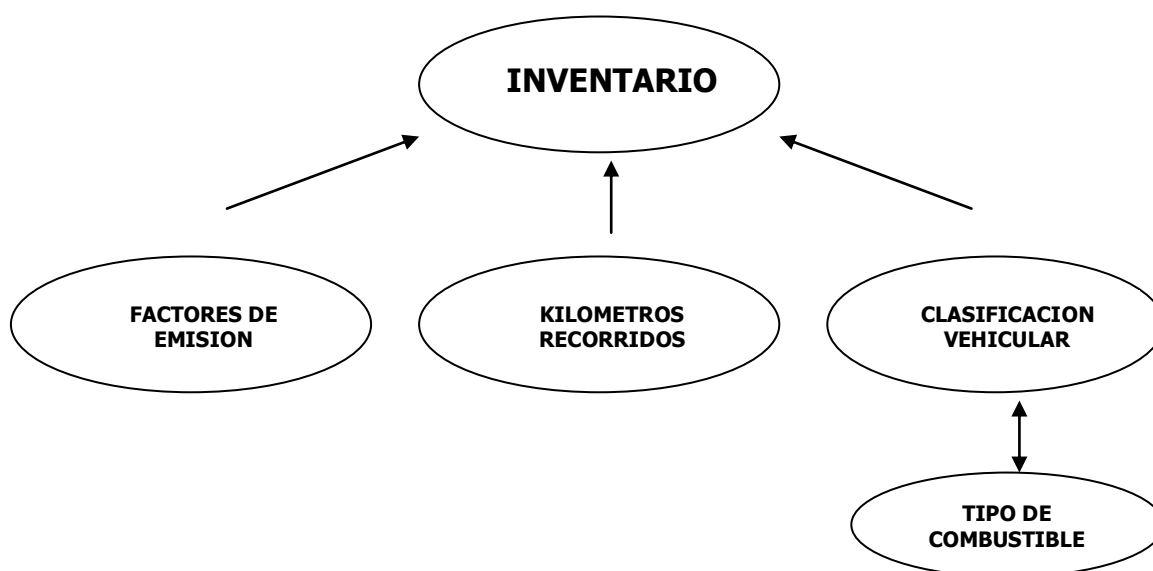
- Clasificación del Parque Vehicular
 - o Actividad vehicular
 - o Año modelo

- Detalle de kilómetro recorrido por vehículo (KRV)
 - o Velocidad de vehículo para tipo de vía.
 - o Puntos de inicio/fin de viajes
 - o Modelos de transporte

Este proceso elaborado dentro de un sistema municipal de censo cada cinco años por ejemplo, ayudaría para la actualización y proyección de información, indispensable para el cálculo de otros temas ambientales, sociales, económicos y de impacto a la salud en la ciudad.

Al ingresar los vehículos al sistema de revisión municipal se obtiene además información sobre las características del combustible, lo que permite hacer una evaluación a las empresas encargadas de suministrarlo a la ciudad, de esta manera se mantiene un estricto control por parte de las autoridades asegurando la entrega de combustible según está decretado dentro de las ordenanzas municipales. Esto genera interés en los centros de investigación, para dar pasos en materia ambiental y calcular factores de emisión propios.

FIGURA 4.4



Se genera entonces el inventario de fuentes móviles que indica la tabla 4.4, misma que evidencia el crecimiento del parque automotor de vehículos ligeros a gasolina, como se demuestra en el la figura 4.5 que distribuye en forma estadística los resultados de la tabla.

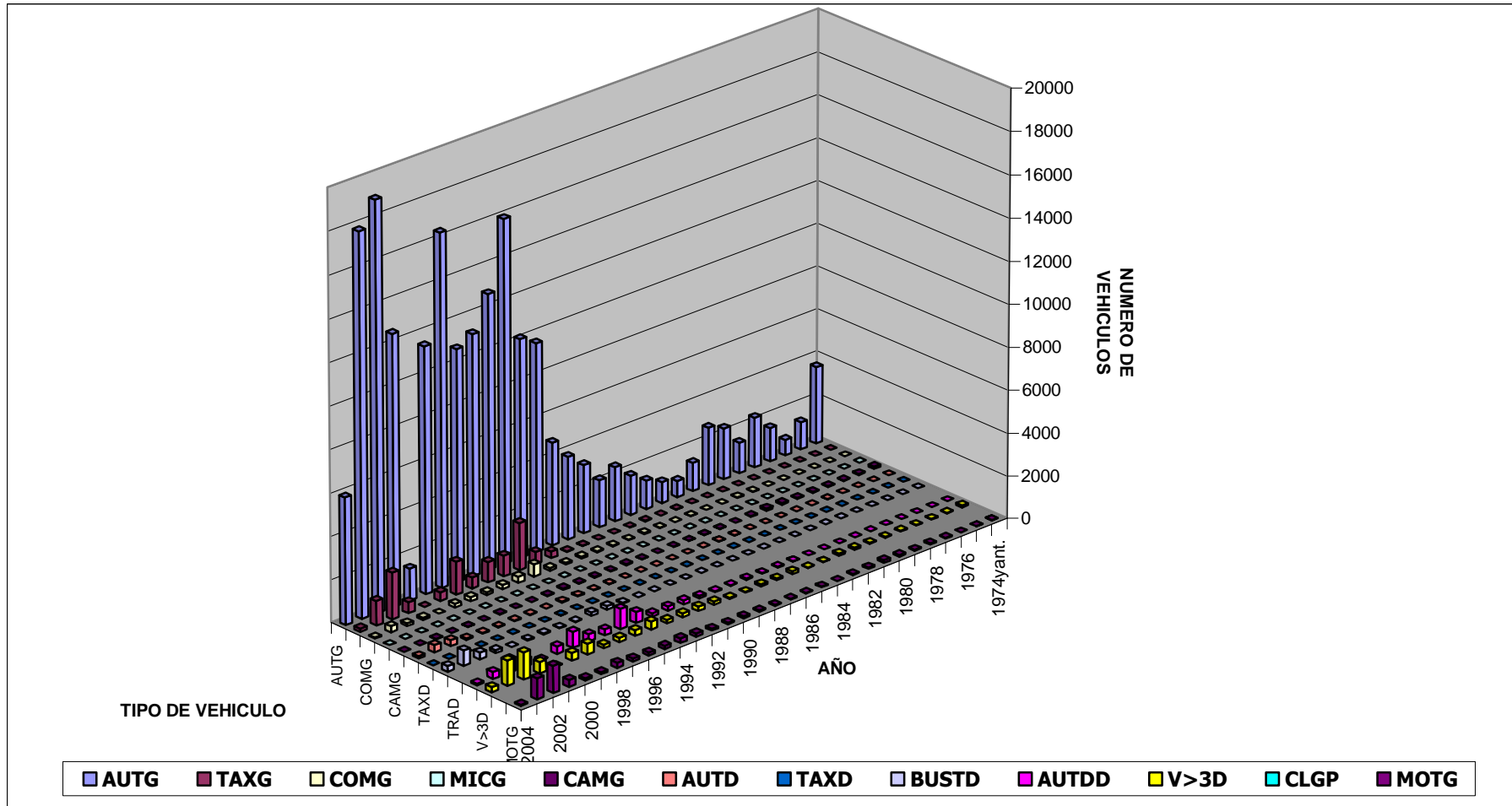
TABLA 4.4

INVENTARIO DE FUENTES MOVILES

Año modelo	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PESG	AUTD	TAXD	BSTD	BUSD	PESD	MOTG
1974yant.	3613	0	8	3	105	3	0	2	0	96	11
1975	1283	0	0	2	41	0	0	0	0	30	9
1976	736	0	0	0	24	2	0	0	0	27	5
1977	1573	0	6	0	30	0	0	0	0	27	37
1978	2334	0	8	0	41	5	0	0	0	41	58
1979	1433	0	3	0	37	2	0	0	0	34	43
1980	2386	0	24	2	84	6	0	0	0	40	79
1981	2695	0	34	0	104	2	0	0	0	90	120
1982	1323	0	2	3	37	2	0	0	2	102	64
1983	764	0	0	0	5	8	0	0	5	9	40
1984	986	5	2	0	2	11	0	0	11	27	15
1985	1335	5	0	2	8	18	0	0	41	131	34
1986	1846	38	15	2	12	6	0	0	30	82	27
1987	2530	17	53	2	20	8	0	0	66	98	34
1988	2203	8	26	2	9	2	0	0	37	32	37
1989	3189	5	34	2	8	6	0	2	46	47	66
1990	3855	9	56	8	59	12	0	2	108	155	85
1991	4794	34	84	6	26	2	0	2	191	203	67
1992	9691	297	75	8	35	11	0	8	191	174	81
1993	10156	561	123	2	35	17	0	30	162	162	152
1994	15978	2201	573	3	62	37	0	163	508	375	223
1995	12792	963	291	5	27	46	0	155	944	264	162
1996	11216	953	184	0	9	17	2	21	276	204	128
1997	10800	515	137	0	6	20	0	23	338	160	143
1998	16426	1532	197	0	23	40	0	52	738	506	238
1999	11484	395	163	0	6	30	0	47	358	364	85
2000	1480	7	3	0	8	30	0	1	18	28	99
2001	12602	503	93	0	9	58	0	144	347	523	319
2002	19005	2168	121	0	19	267	3	318	620	1261	1263
2003	17846	1148	280	2	7	331	9	709	330	1169	981
2004	5909	156	41	0	2	104	0	272	79	232	50
TOTAL	194263	11520	2636	54	900	1103	14	1951	5446	6693	4755
% TOTAL	84,71	5,02	1,15	0,02	0,39	0,48	0,01	0,85	2,37	2,92	2,07

REFERENCIA : DATOS CORPAIRE

FIGURA 4.5
DISTRIBUCION VEHICULAR



REFERENCIA : DATOS REMMAQ

Según esta información se demuestra claramente el incremento del parque automotor de vehículos particulares a gasolina dentro de nuestro parque automotor, lo que nos da pautas para el interés en este sector, por la emisión de CO principalmente.

4.3 ADAPTACION DEL MODELO DE TRANSPORTE

Para completar la información es necesario conocer el número de vehículos por kilómetro recorrido en la ciudad, para este caso se revisó el modelo de tráfico de la Dirección Metropolitana de Transporte (DMT), el estudio entrega datos de vehículos por segmentos de vía dentro de la información cartográfica que maneja el Municipio.



Adaptar un modelo de transporte que refleje las características necesarias de acuerdo al inventario de fuentes móviles, requiere de revisar la visión de este estudio, para integrar la información necesaria en este proyecto, por lo que a continuación se resume la metodología aplicada por el modelo de transporte para de esta manera entender la actualización de información y el alcance de los resultados.

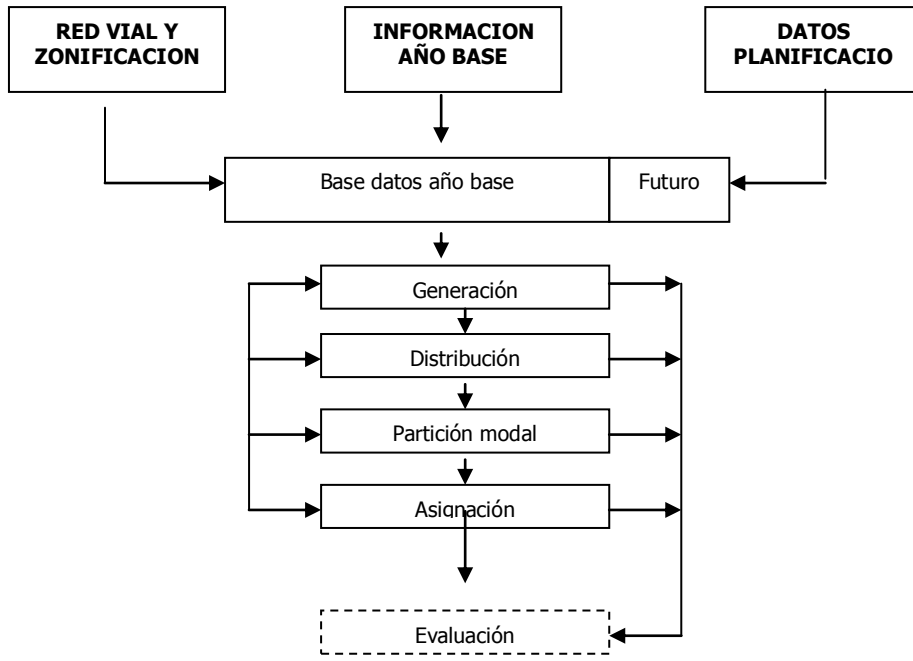
Para generar el modelo a utilizarse para la ciudad se toman como datos necesarios los establecidos por el modelo de transporte en la red vial del Distrito Metropolitano de Quito, realizado por la consultora León&Godoy en septiembre del 2003 y entregado a la entidad municipal en agosto del 2004 con el propósito de elaborar un plan vial estratégico que guíe las actuaciones de las instancias privadas y gubernamentales en busca de superar los problemas de movilidad de la ciudad.

De este modelo se procede a una revisión de la ubicación de las vías utilizando archivos digitalizados del Distrito Metropolitano tomando como base la información geográfica inicial en Microstation y luego en Arc Gis, para luego realizar una programación en el software Cube, y añadir a este modelo la relación ambiental al determinar además del modelo inicial el de emisiones que correrá conjuntamente y de esta manera se convierta en una herramienta completa de ayuda para la toma de decisiones dentro de la entidad municipal.

El modelo escogido para el estudio es el denominado modelo clásico de transporte que se indica en la figura 4.6. El modelo considera inicialmente datos otorgados por la Dirección Metropolitana de Transporte, y además el programa CUBE incorpora herramientas para manipular información externa y poder interactuar.

FIGURA 4.6

MODELO CLASICO DE TRANSPORTE



REFERENCIA (13) : LEON&GODOY

La recolección de datos en este informe parte de una base geográfica previamente elaborada en las distintas entidades municipales, los datos de tráfico se los adquiere de diferentes fuentes como se lo indica en la tabla 4.5 que además añade las fechas en que fueron realizadas, esta información fue necesaria para correr el software además se observan los atributos viales.

TABLA 4.5

VARIABLES DEL MODELO DE TRÁFICO

BASE GEOGRAFICA	B.G. barrios urbanos y parroquias	DMTV
	B.G. puntos medidores eléctricos según tipo de consumo.	EEQ
	B.G. de población por manzanas y distritos. B.G. uso de suelo por impacto de actividades urbanas. B.G. sectores económicos	Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
	Red Vial Urbana	EEQ
	Red del plan de Ordenamiento Territorial	DMTV
DATOS DE TRAFICO	Estudios de Factibilidad y diseños de la solución vial en el Km 1de la Carretera Interoceánica.	Año 2002
	Conteos de Túneles	Año 2003
	Conteos autopista general Rumiñahui	Año 2002
	Plan maestro de vialidad II	Año 2002
	Estadística de transporte en Ecuador	Año 2002
ATRIBUTOS DE RED VIAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distancia ▪ Código de vía ▪ Velocidad de vía ▪ Capacidad de vía ▪ Flujo de saturación de vía ▪ Presencia de carriles exclusivos de transporte ▪ Costo de construcción estimado por Km ▪ Velocidad de circulación de vehículos de transporte público 	

REFERENCIA (13) : LEON&GODOY

Para la distribución espacial y temporal se considera inicialmente una red vial, zonificación, recolección de datos para el año base, y además se debe ingresar el concepto de períodos de tiempo que está ligado en forma no lineal al de congestión en las redes urbanas, por lo que no es posible tener una relación simple ni calcular el consumo anual a partir del flujo medio.

Los períodos para la modelación se toman de acuerdo a la información presentada por el modelo de tráfico determinando un período pico AM entre las 7 y 9 de la mañana, mientras que el pico PM está entre las 17 y 19 horas. En el día ordinario existen 2 horas pico mañana, 2 horas pico tarde y 12 horas valle, por lo que se establece que en el día promedio hay 13.1 horas valle, 1.43 horas pico am y pm.

Para definir el patrón de viajes, el Modelo de Transporte define el área de estudio mediante una matriz de viajes que a su vez es calculada por el método de modelo gravitacional, que es una analogía a la ley gravitacional de Newton en la cual el número de viajes entre cada una de las zonas es una función de la distancia entre las mismas.

La selección modal que realiza luego el software Cube, divide como parte del proceso a la matriz de viajes en tantas matrices como nodos de transporte existan en el modelo. El proceso de partición modal intenta simular el proceso de elección de un individuo ante un conjunto finito de varias opciones discretas de elección. Los modelos discretos postulan que “La probabilidad de los individuos de seleccionar una opción dada es una función de sus características socioeconómicas y del atractivo relativo de la misma”.

El modelo expresa la información del volumen de tráfico en vehículos livianos equivalentes, por lo que se debió unificar la información de este modelo y adaptarla con la clasificación indicada en el capítulo anterior que distribuye al parque vehicular en los tipos ya expuestos para los cálculos de emisión.

Se parte de la información del modelo para designar a los vehículos livianos equivalentes como se demuestra en la tabla 4.6.

TABLA 4.6

FACTORES DE EQUIVALENCIA

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR
Vehículos livianos, camionetas, taxis, furgones.	1.0
Buses.	2.0
Camión grande de 2 ejes, camión pequeño 2 ejes.	2.0
Camión 3 ejes, camión 4y5 ejes, camión 5y6 ejes.	2.5

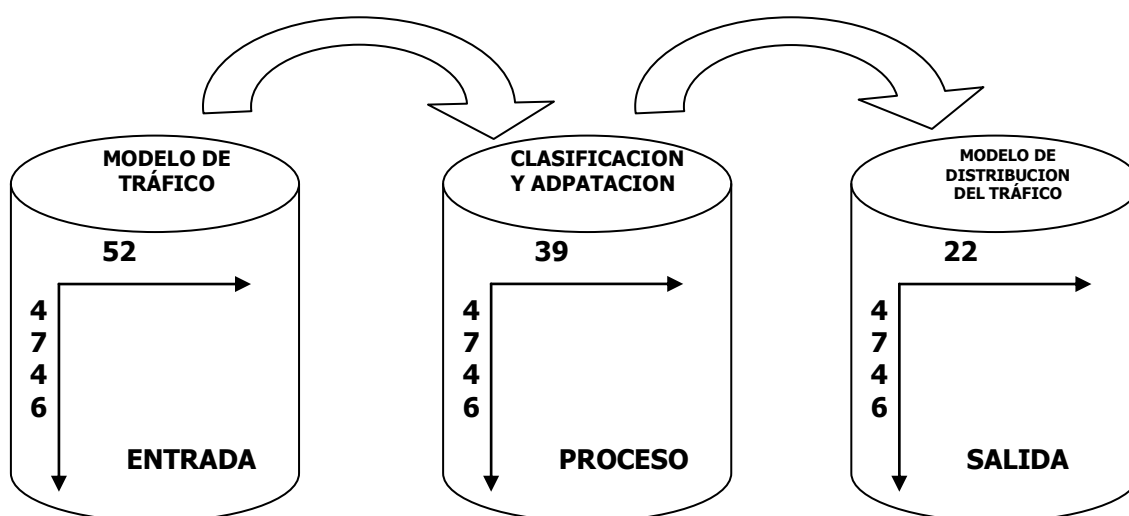
REFERENCIA (13) : LEON&GODOY

Al contar con esta información, se obtienen distintas bases de datos que deben ser seleccionadas para establecer la relación que permita desarrollar en el Sistema de Información Geográfica la presentación de las distribuciones que se obtendrán en la interfaz de consulta.

La información de los datos de entrada es revisada para la clasificación y adaptación posterior, de esta manera se define los parámetros importantes que se mantienen en el modelo, y los que se debe adicionar mediante el cálculo pertinente; la figura 4.7 representa el resultado del modelo con la distribución vehicular del tráfico, esto significa la obtención de el número de vehículos a partir del inventario de fuentes móviles por segmento de vía.

FIGURA 4.7

PROCESO DE CLASIFICACION Y ADAPTACION



Las variables se especifican a continuación

TABLA 4.7

VARIABLES DE ENTRADA

NOMBRE	IDENTIFICACION	NOMBRE	IDENTIFICACION
A	Identificación nodo inicio de vía	VEQAM	Vehículo equivalente am
B	Identificación nodo final de vía	TIMEAM	Hora recorrido am
OBJECTID	identificación secuencial de arcgis	VCAM	Volumen de carga am
LANES	Numero de carriles	LIVAM	Livianos am
NOMBRE	Nombre de enlace	VELAM	Velocidad am
DISTANCE	Distancia Km.	VTOTAM	Velocidad total am
SPEED	Velocidad km/h.	VKMAM	Velocidad km por hora
TYPE	Clasificación funcional de la vía.	VMINAM	Velocidad mínima am
CAPAC	Capacidad final de la vía.	VEHHLIV	Velocidad tiempo
IDTRAMO	Identificador de tramo	VEKMLIV	Velocidad km de livianos
BUSCEAM	Buses especiales hora pico AM	VEKMPES	Velocidad km de pesados
BUSAM	Buses hora pico AM	VEKMBUS	Velocidad km de buses
PESAM	Pesados hora pico AM		

A esta información se añade la hora pico pm y valle, de la que parte el proceso para el cálculo de emisión.

TABLA 4.8

VARIABLES DE PROCESO

NOMBRE	IDENTIFICACION	NOMBRE	IDENTIFICACION	
A	Identificación nodo inicio de vía	LIV_AM	Calculo de número de livianos.	
B	Identificación nodo final de vía	BUS_AM	Calculo de número de buses.	
OBJECTID	identificación secuencial de arcgis	PES_AM	Calculo de número de pesados.	
LANES	Numero de carriles	LIVG_AM	Esta información se obtiene a partir del modelo de trafico con los vehículos hora pico am, se toman entonces porcentajes del inventario de fuentes móviles y se obtienen valores de numero de vehículos en cada segmento de vía, al mismo que se redondea para expresarlo en enteros. Los datos de motos es una distribución por zonificación, valor que no se añade al final por no tener factores de emisión.	
NOMBRE	Nombre de enlace	TAXG_AM		
DISTANCE	Distancia Km.	MICG_AM		
SPEED	Velocidad km/h.	BUSG_AM		
TYPE	Clasificación funcional de la vía.	PESG_AM		
CAPAC	Capacidad final de la vía.	LIVD_AM		
IDTRAMO	Identificador de tramo	TAXD_AM		
BUSCEAM	Buses especiales hora pico AM	BSTD_AM		
BUSAM	Buses hora pico AM	BUSD_AM		
PESAM	Pesados hora pico AM	PESD_AM		
VEQAM	Vehículo equivalente am	MOTG_AM		
TIMEAM	Hora recorrido am	VEKMPES		Velocidad km de pesados
VTOTAM	Velocidad total am	VEKMBUS		Velocidad km de buses
VKMAM	Velocidad km por hora	VEKMLIV	Velocidad km de livianos	
VMINAM	Velocidad mínima am			

TABLA 4.9

VARIABLES DE SALIDA

NOMBRE	IDENTIFICACION	NOMBRE	IDENTIFICACION
OBJECTID	identificación secuencial de arcgis	BUSG_AM	Numero de buses a gasolina
LANES	Numero de carriles	PESG_AM	Numero de pesados a gasolina
NOMBRE	Nombre de enlace	LIVD_AM	Numero de livianos a diesel
DISTANCE	Distancia Km.	TAXD_AM	Numero de taxis a diesel
SPEED	Velocidad km/h.	BSTD_AM	Numero de busetas a diesel
TYPE	Clasificación funcional de la vía.	BUSD_AM	Numero de buses a diesel
LIVG_AM	Numero de livianos a gasolina	PESD_AM	Numero de pesados a diesel
TAXG_AM	Numero de taxis a gasolina	PESG_AM	Numero de livianos a gasolina
MICG_AM	Numero de microbuses a gasolina	MOTG_AM	Numero de motos a gasolina
VTOTAM	Velocidad total am		

De esta manera se distribuye al parque vehicular en los once tipos que se definió en el inventario de fuentes móviles, el cálculo para la obtención de estos valores se observa a continuación en un ejemplo, donde se toma un segmento de la nueve de octubre.

Para el cálculo se toma los datos de entrada del modelo de tráfico que indica vehículos livianos en el ejemplo de la hora pico am (liv_am), este dato se multiplica por un porcentaje tomado del inventario de fuentes móviles, para el caso de los livianos a gasolina, se divide el número para el total de livianos, que son livianos y taxis a gasolina y diesel. La tabla 4.10 demuestra como se toman los porcentajes para cada caso.

TABLA 4.10

CALCULOS DE PORCENTAJES DE VEHICULOS

TIPO DE VEHICULO	CALCULO PARA EL PORCENTAJE	TIPO DE VEHICULO	CALCULO PARA EL PORCENTAJE
Livianos a gasolina	Sumatoria de Livianos a gasolina / (Sumatoria de livianos a gasolina y diesel + Sumatoria de taxis a gasolina y diesel)	Livianos a diesel	Sumatoria de Livianos a diesel / (Sumatoria de livianos a gasolina y diesel + Sumatoria de taxis a gasolina y diesel)
Taxis a gasolina	Sumatoria de Taxis a gasolina / (Sumatoria de livianos a gasolina y diesel + Sumatoria de taxis a gasolina y diesel)	Taxis a diesel	Sumatoria de Livianos a diesel / (Sumatoria de livianos a gasolina y diesel + Sumatoria de taxis a gasolina y diesel)
Microbuses a gasolina	Sumatoria de Microbuses a gasolina / (Sumatoria de buses, microbuses a gasolina y diesel)	Busetas a diesel	Sumatoria de Microbuses a diesel / (Sumatoria de buses, microbuses a gasolina y diesel)
Buses a gasolina	Sumatoria de Microbuses a gasolina / (Sumatoria de buses, microbuses a gasolina y diesel)	Buses a diesel	Sumatoria de Microbuses a diesel / (Sumatoria de buses, microbuses a gasolina y diesel)
Pesados a gasolina	Sumatoria de Pesados a gasolina / (Sumatoria de pesados a gasolina y diesel)	Pesados a diesel	Sumatoria de Pesados a diesel / (Sumatoria de pesados a gasolina y diesel)v

En el caso de motos, se toma la zonificación de los centros de revisión y control vehicular, de esta manera se distribuye en función de la zona, este valor al no ser parte del modelo de tráfico, no se lo toma para el cálculo de emisión.

La tabla de cálculo se lo muestra a continuación en la figura 4.8

1	OBJEC	LAVI	NOMBRE	LIV_AM	BUS_	PES_AM	CR	LIVG-AM	TAXG-AM	COMG-AM	MICG-AM	PESG-AM	LIVD-AM	TAXD-AM	BSTD-AM	BUSD-AM	PESD-AM	MOTG-AM
1655	723	2	3 DE OCTUBRE	19.1	1.1	2.2	6.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2463	562	2	3 DE OCTUBRE	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2466	730	2	3 DE OCTUBRE	19.1	0.0	1.8	1.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2481	572	2	3 DE OCTUBRE	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2490	1085	2	3 DE OCTUBRE	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2839	726	2	3 DE OCTUBRE	19.1	1.0	2.0	2.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2847	727	2	3 DE OCTUBRE	19.1	0.0	0.0	3.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3459	1080	2	3 DE OCTUBRE	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4747																		

Obtención de número de vehículos por segmento :

$$Livg = Livam * \left(\frac{\sum Livg}{\sum Autg + \sum Taxg + \sum Livd + \sum Taxd} \right)$$

$$Livg = 19,1 * \left(\frac{194263}{194263 + 11520 + 1103 + 14} \right)$$

$$Livg = 17$$

$$Taxg = Livam * \left(\frac{\sum Taxg}{\sum Autg + \sum Taxg + \sum Livd + \sum Taxd} \right)$$

$$Taxg = 1$$

$$Comg = Busam * \left(\frac{\sum Comg}{\sum Comg + \sum Busg + \sum Bstd + \sum Busd} \right)$$

$$Comg = 0$$

$$Busg = Busam * \left(\frac{\sum Busg}{\sum Comg + \sum Busg + \sum Bstd + \sum Busd} \right)$$

$$Busg = 0$$

$$Pesg = Pesam * \left(\frac{\sum Pesg}{\sum Pesg + \sum Pesd} \right)$$

$$Pesg = 0$$

$$Livd = Livam * \left(\frac{\sum Livd}{\sum Autg + \sum Taxg + \sum Livd + \sum Taxd} \right)$$

$$Livd = 0$$

$$Taxd = Livam * \left(\frac{\sum Taxd}{\sum Autg + \sum Taxg + \sum Livd + \sum Taxd} \right)$$

$$Taxd = 0$$

$$Bstd = Busam * \left(\frac{\sum Bstd}{\sum Comg + \sum Busg + \sum DBstd + \sum Busd} \right)$$

$$Bstd = 0$$

$$Busd = Busam * \left(\frac{\sum Busd}{\sum Comg + \sum Busg + \sum Bstd + \sum Busd} \right)$$

$$Busd = 0$$

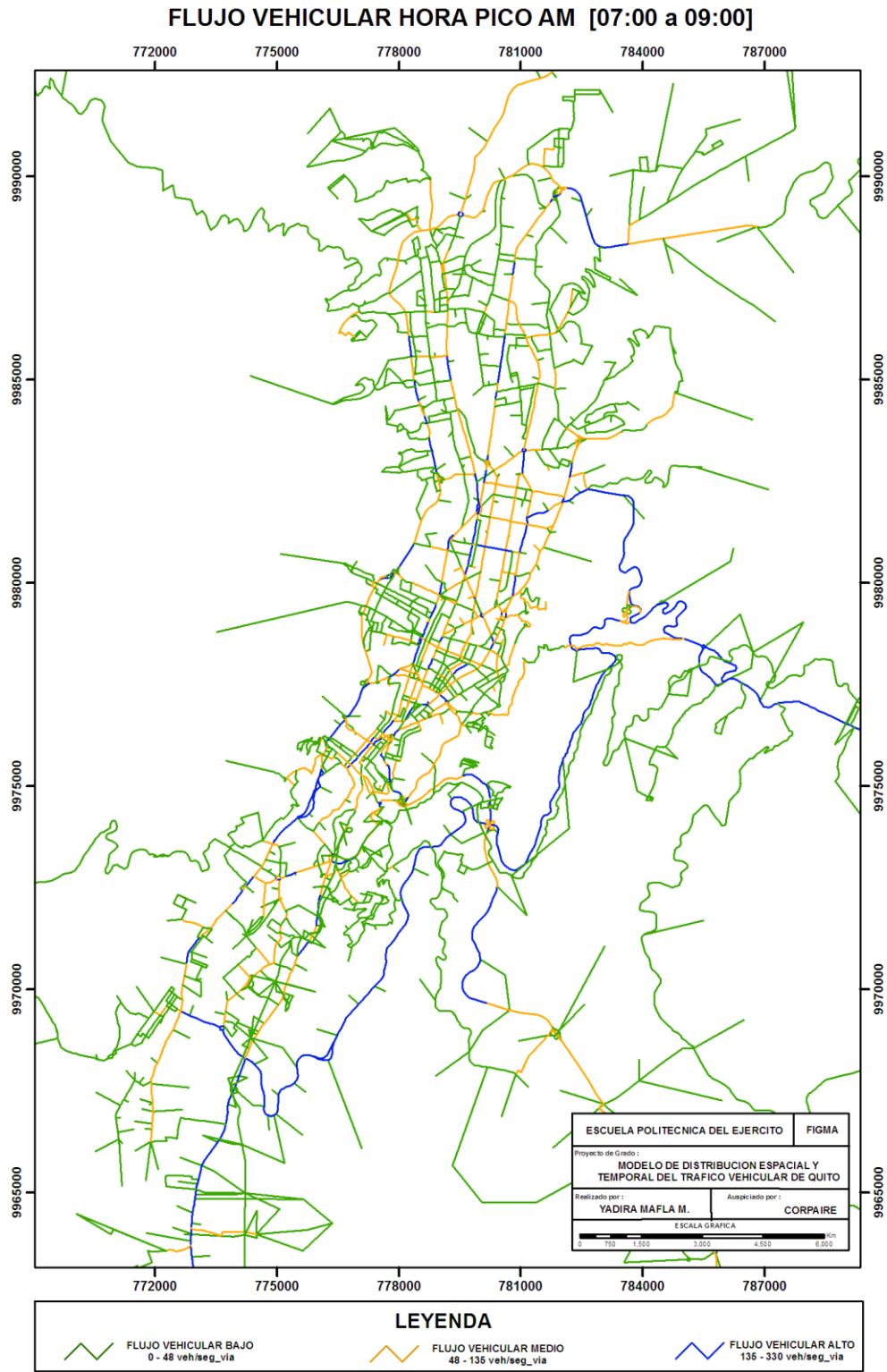
$$Pesd = Pesam * \left(\frac{\sum Pesd}{\sum Pesg + \sum Pesd} \right)$$

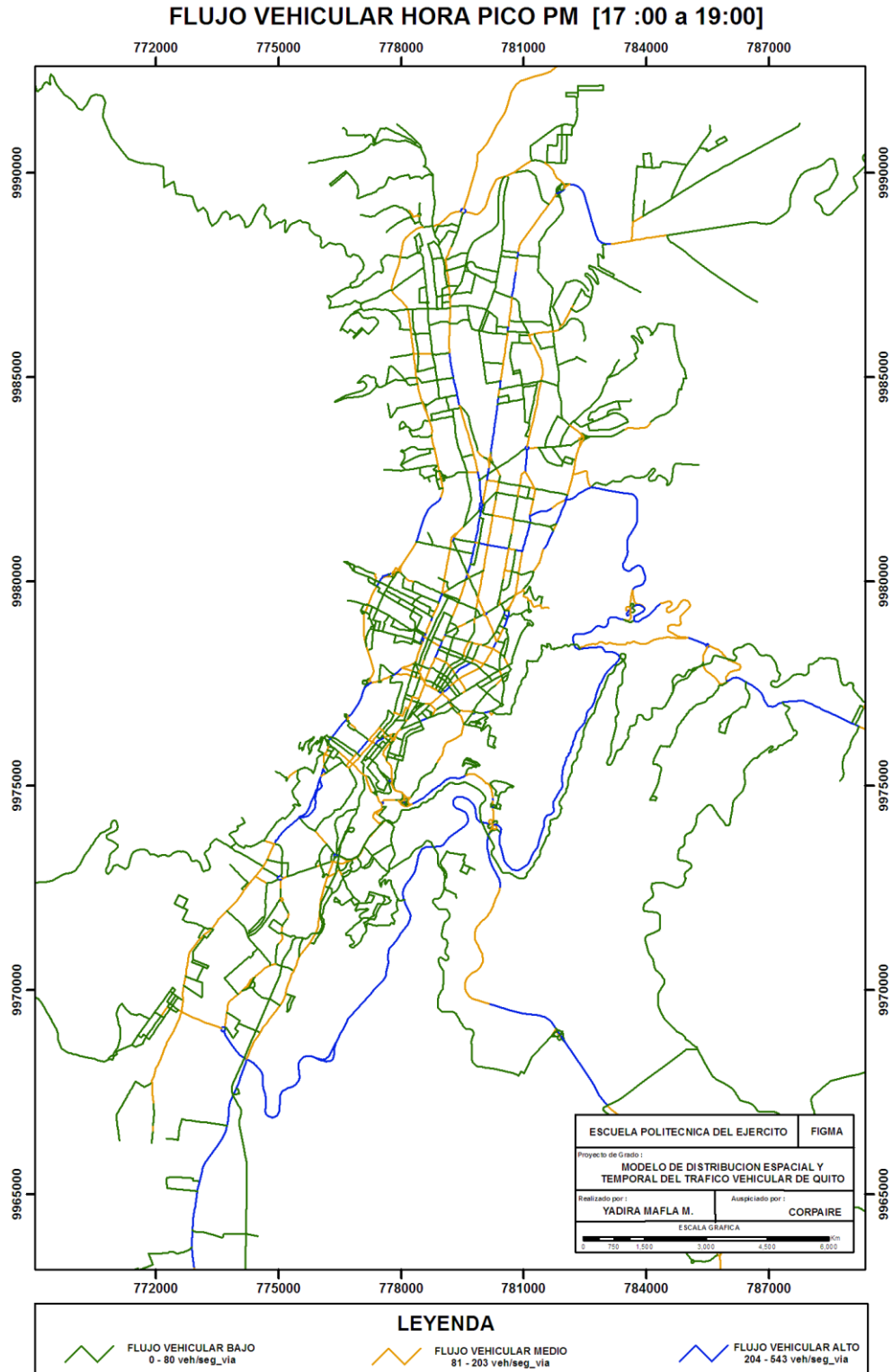
$$Pesd = 1$$

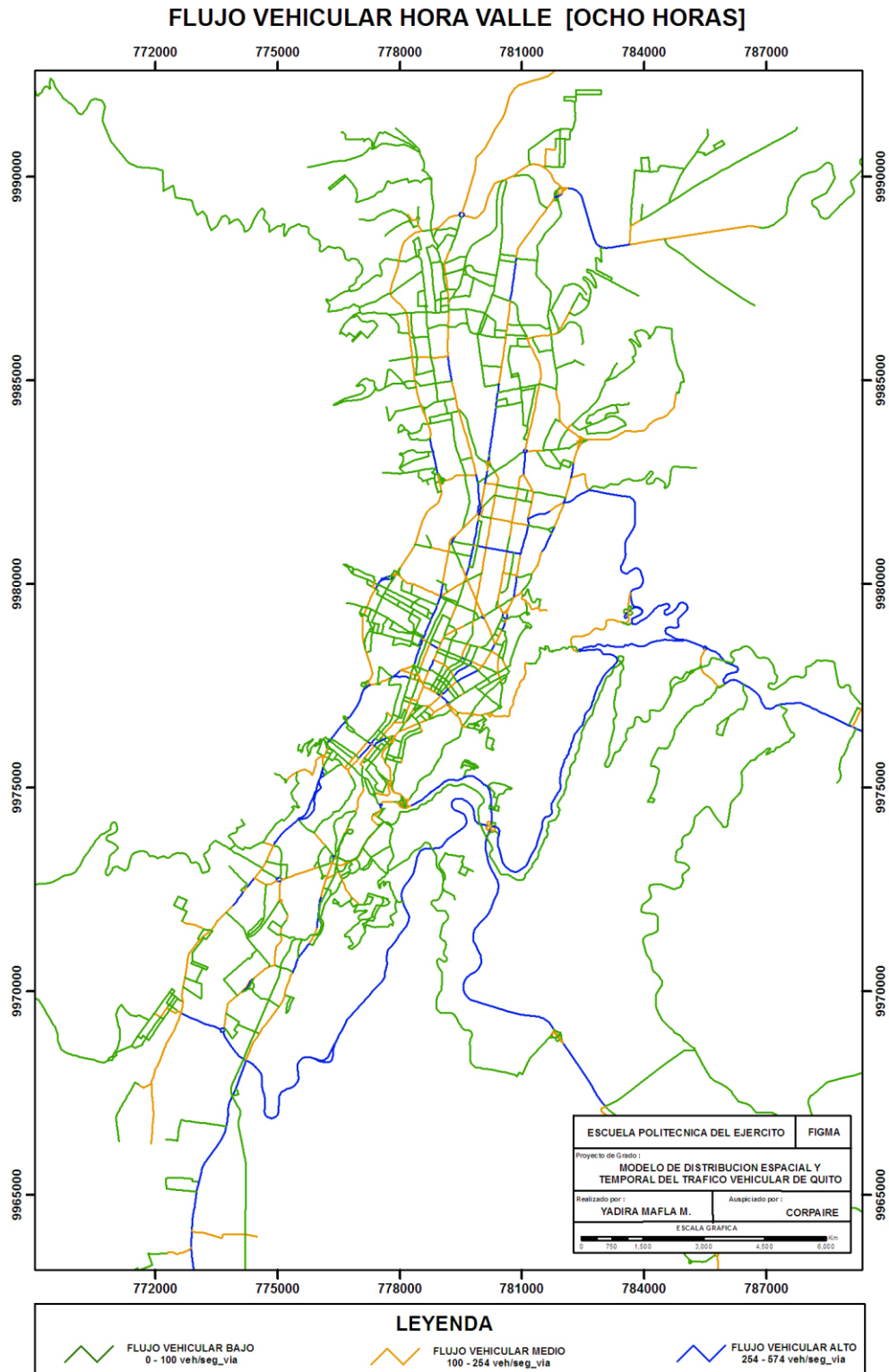
$$Motg = \left(\frac{\sum Motg}{\sum DB01Segm_Via_Mod_Traf} \right)$$

$$Motg = 0$$

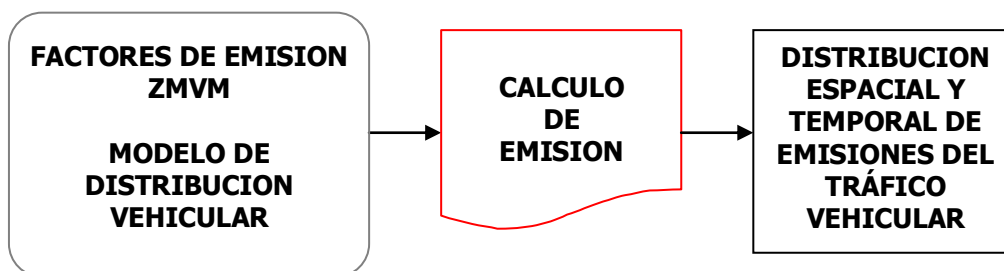
Estos datos entonces son necesarios para establecer los primeros mapas de flujo vehicular que se presentan a continuación:







4.4 CALCULO DE EMISIÓN



Para determinar el cálculo de emisión en el modelo se parte de la ecuación base 4.1 para cada período de tiempo establecido en el modelo de distribución vehicular.

Ecuación 4.1

ECUACIÓN PARA DETERMINACIÓN DE EMISION

$$E = (FE) (KRV)$$

REFERENCIA (6) : RUIZ ADOLFO

Donde:

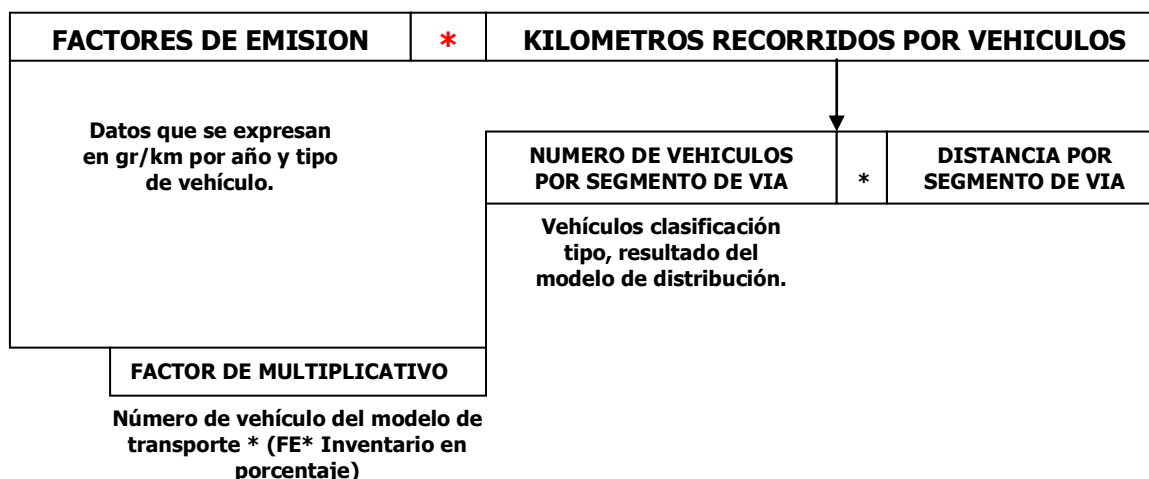
E = Emisiones totales del contaminante, [g/segmento de vía] para cada período de tiempo.

KRV = Kilómetros recorridos por vehículo, [Km/segmento de vía]

FE = Factor de emisión del contaminante, [g/Km]

Los factores de emisión de México parten del año 1974 hasta el año 1998 por lo que se aplicarán los mismos valores del año 74 para los vehículos de años anteriores y los factores del 98 para los posteriores por ser los datos con que se cuenta para determinar la emisión en nuestra ciudad. Queda entonces la aplicación con las tablas que se indica en el anexo de los factores de emisión, estos datos se expresan en unidades de gramos por kilómetro, lo que hace necesaria la adquisición de información de las avenidas de la ciudad para despejar unidades.

Los cálculos que se desarrollan para la obtención de información se detallan a continuación.



Se parte del cálculo de un factor denominado multiplicativo, este es simplemente la obtención de cada factor de emisión (se encuentran en anexo de metodología), se lo realiza para cada uno de los contaminantes, es decir contamos con tres tablas del factor multiplicativo.

Los datos tanto de los factores de emisión como del inventario de fuentes móviles están dados en tipo de vehículo y año, por lo que cada dato del inventario tiene su correspondiente factor, obteniendo del producto una sumatoria por cada tipo de vehículo, como lo indica en la figura 4.9 la fila resaltada.

FIGURA 4.9

FACTOR MULTIPLICATIVO PARA HC

AÑO/TIPO	AUTG	TAXG	BSTG	MICG	PESG	AUTD	TAXD	BSTD	BUSD	PESD	MOTG
1974	0,109228202	0	0,004960841	0,001680678	0,102994864	2,88255E-05	0	0,0011494	0	0,07329277	0
1975	0,038787651	0	0	0,001954198	0,040217042	0	0	0	0	0,022903991	0
1976	0,022250749	0	0	0	0,023541683	1,90913E-05	0	0	0	0,02051047	0
1977	0,04755493	0	0,003361356	0	0,029427104	0	0	0	0	0,020663374	0
1978	0,070561479	0	0,004481808	0	0,040217042	4,61092E-05	0	0	0	0,031415514	0
1979	0,04332245	0	0,001680678	0	0,036293428	1,8318E-05	0	0	0	0,025595153	0
1980	0,072133543	0	0,013445425	0,001954198	0,082395891	5,42871E-05	0	0	0	0,030196233	0
1981	0,074037603	0	0,019047685	0	0,10201396	1,80764E-05	0	0	0	0,067668906	0
1982	0,036345732	0	0,001120452	0,002931298	0,036293428	1,78444E-05	0	0	0,001129969	0,076557092	0
1983	0,020988768	0	0	0	0,004904517	7,03335E-05	0	0	0,002815505	0,006732517	0
1984	0,027087598	0,000137361	0,001120452	0	0,001961807	9,56984E-05	0	0	0,006193021	0,020193994	0
1985	0,036675399	0,000137361	0	0,001954198	0,007847228	0,000155031	0	0	0,022871716	0,097081127	0
1986	0,040551329	0,000834751	0,008403391	0,001954198	0,011770842	5,07492E-05	0	0	0,016738376	0,060779139	0
1987	0,055576849	0,000373441	0,02969198	0,001954198	0,019618069	6,65442E-05	0	0	0,036693566	0,07238035	0,069136909
1988	0,048393596	0,000175737	0,014565877	0,001954198	0,008828131	1,62011E-05	0	0	0,020460593	0,023507968	0,075237224
1989	0,055333543	8,67569E-05	0,019047685	0,001954198	0,007847228	4,81682E-05	0	0,001105185	0,025419253	0,034502568	0,132347003
1990	0,06688956	0,000156162	0,031372658	0,007816794	0,057873304	9,41324E-05	0	0,001101814	0,059497968	0,113438035	0,165352261
1991	0,056907028	0,000302533	0,047058987	0,005862595	0,02550349	1,53504E-05	0	0,001095073	0,104579459	0,147658238	0,12843428
1992	0,115036713	0,002642711	0,042016953	0,007816794	0,034331621	8,24601E-05	0	0,004345395	0,103746307	0,125555907	0,152750158
1993	0,051393581	0,004391788	0,068907802	0,001954198	0,034331621	6,15418E-05	0	0,012342619	0,066650144	0,088542078	0,129591588
1994	0,080855321	0,019584538	0,321009517	0,002931298	0,017041222	0,000308482	0	0,059628234	0,185835233	0,182240221	0,154575815
1995	0,064732837	0,008568792	0,163025776	0,004885496	0,007421177	9,96037E-05	0	0,053689898	0,326988797	0,121482418	0,104218297
1996	0,056757622	0,008479812	0,10308159	0	0,002473726	3,40164E-05	4,00193E-06	0,006233171	0,081921681	0,080439352	0,063125131
1997	0,054652489	0,004582479	0,076750967	0	0,001649151	3,65394E-05	0	0,006835927	0,100458412	0,063173976	0,06420715
1998	0,083122388	0,013631764	0,110364529	0	0,006321744	6,51522E-05	0	0,015413899	0,218758798	0,199254577	0,095600421
1999	0,058113813	0,003514717	0,091316843	0	0,001649151	4,88642E-05	0	0,019331793	0,106118767	0,143337284	0,034143007
2000	0,007489415	6,22861E-05	0,001680678	0	0,002198867	4,88642E-05	0	0,000296421	0,00533558	0,011025945	0,039766562
2001	0,063771358	0,004475703	0,052101021	0	0,002473726	9,44708E-05	0	0,042684644	0,102858134	0,2055499	0,128136698
2002	0,0961732	0,019290904	0,06778735	0	0,00522231	0,000434891	4,88642E-06	0,094261921	0,183781104	0,496561306	0,507324921
2003	0,090308178	0,010214925	0,156863289	0,001954198	0,001924009	0,000539135	1,46593E-05	0,210162586	0,097818975	0,460333202	0,394050473
2004	0,029901996	0,001388091	0,022969267	0	0,000549717	0,000169396	0	0,080626549	0,02341727	0,09135783	0,020084122
	1,77493492	0,103632615	1,477234857	0,051512739	0,7571371	0,002838178	2,35476E-05	0,604904531	1,900088629	3,214330436	2,458082019

Cada vía tiene en el modelo luego de la adaptación, once tipos de vehículos, cada uno de estos se multiplica por su respectivo resultado de factor multiplicativo en porcentaje del total de vehículos tipo, se realiza la sumatoria de los diez tipos descartando los datos de motos por no ser parte original del modelo de tráfico, y se obtiene el dato total de número de vehículo por factor de emisión en cada vía como se lo detalla a continuación en el cálculo:

$$\begin{aligned}
 & \text{Calculo_Factor_Multiplicativo_CO} \\
 FM_CO &= (Livg_{mod} * \sum FM_Livg) + (Taxg_{mod} * \sum FM_Taxg) \\
 &+ (Cmbg_{mod} * \sum FM_Cmbg) + (Micg_{mod} * \sum FM_Micg) \\
 &+ (Pesg_{mod} * \sum FM_Pesg) + (Livd_{mod} * \sum FM_Livd) \\
 &+ (Taxd_{mod} * \sum FM_Taxd) + (Bstd_{mod} * \sum FM_Bstd) \\
 &+ (Busd_{mod} * \sum FM_Busd) + (Pesd_{mod} * \sum FM_Pesd) \\
 FM_CO &= (1*1.7749) + (1*0.1036) + (0*1.4772) + (0*0.0515) \\
 &+ (0*0.7571) + (0*0.00283) + (0*2.35e-05) + (0*0.6044) \\
 &+ (1*3.2143) + (0*1.9000) \\
 FM_CO &= 33.49 \left[\frac{gr}{km} \right]
 \end{aligned}$$

Esta información por último se multiplica por la distancia en kilómetros que proporciona el modelo de tráfico, de esta manera se obtiene el dato de emisión para este ejemplo de hidrocarburos en un segmento de la vía 9 de octubre como se indica a continuación en el cálculo y el resultado lo demuestra la figura 4.10

$$\begin{aligned}
 & \text{Calculo_de_Emisión} \\
 E_HC_AM &= FM_CO * Distancia \\
 E_HC_AM &= 33.49 \frac{gr}{km} * 0.29 \frac{km}{seg_vía} \\
 E_HC_AM &= 9.7124 \frac{gr}{seg_vía}
 \end{aligned}$$

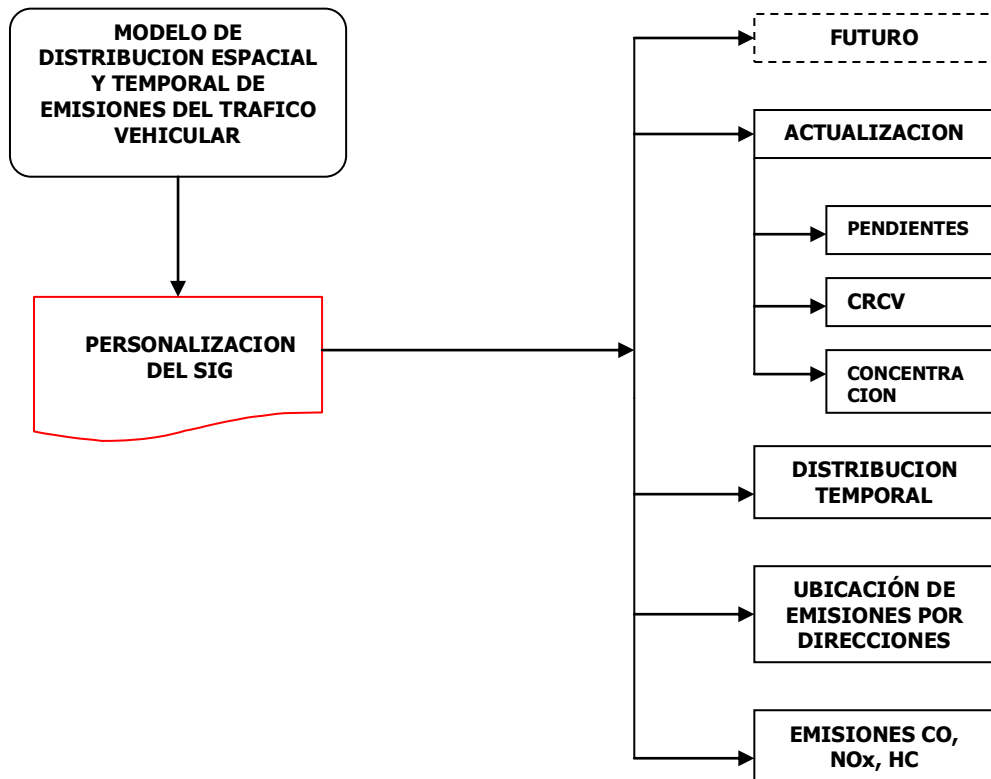
FIGURA 4.10

EMISION EN BASE DE DATOS

1	C	D	E	F	H	I	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	
OBJECTID	LANES	NOMBRE	DISTANCE	TYPE	CAPAC	CRCV	LIVG-AM	TAXG-AM	COMG-AM	MICG-AM	PESG-AM	LVD-AM	TAXD-AM	BSTD-AM	BUSD-AM	PESD-AM	MOTG-AM	FE-HC	F-HC-AM		
1632	720	2 3 DE OCTUBRE	0,29	5	1520	6	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33,49106	3,712638
2463	562	2 3 DE OCTUBRE	0,29	5	1520	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2466	730	2 3 DE OCTUBRE	0,21	5	1520	1	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33,49106	7,00329	
2461	572	2 3 DE OCTUBRE	0,11	5	1520	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2490	1085	2 3 DE OCTUBRE	0,2	5	1520	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2839	726	2 3 DE OCTUBRE	0,31	5	1520	2	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33,49106	10,38248	
2847	727	2 3 DE OCTUBRE	0,11	5	1520	3	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,27753	3,300528	
3453	1080	2 3 DE OCTUBRE	0,1	5	1520	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Los cálculos se realizan de la misma manera para los diferentes contaminantes, cambiando para cada caso el factor de emisión.

4.5 PERSONALIZACION DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO



Una vez realizados los cálculos se estructura toda la información en una base de datos geográfica, que al enlazarse con el mapa de la zona de estudio, facilita la visualización de los resultados obtenidos.

El software en que se presenta los resultados es ArcView, para el fácil manejo de esta herramienta se programa en el software avenue, lo que permite un ingreso amigable al usuario.

La información se organiza de tal manera que se obtienen cinco periodos de tiempo:

- Hora pico am.
- Hora pico pm.
- Hora valle.
- Día ordinario (de lunes a viernes).
- Día promedio (Se toma en cuenta los fines de semana).
- Semana

Cada uno de estos periodos de tiempo cuenta con su respectiva información de emisión de los tres contaminantes CO, NOx y HC, excepto el calculo final que se realizo para el promedio semanal en donde solo se realizan cálculos para CO.

El usuario podrá ubicarse dentro del mapa para solicitar la información o bien se ha programado de tal manera que se puede buscar una dirección definida.

Se deja abierto el modelo para diversas aplicaciones como son:

- Se deja abierto un campo dentro de la base de datos denominado ***pendientes***, permitirá el calculo de las pendientes de las vías luego de trabajos previos sobre el mapa e información de campo para la formación de un modelo digital del terreno, el fin es profundizar el estudio de emisiones en las ciudades de altura, en este proyecto no se justifica este calculo por no tener factores de emisión que incluyan estos datos.
- ***Aplicaciones futuras***, deja abierta la posibilidad de enlace de este modelo con el modelo de trafico original, que tiene un software de cálculos para los años 2005, 2010 y 2015.
- En el modelo se deja una zonificación ***crcv***, a partir de los centros de revisión y control vehicular ya que durante el estudio se analizó la posibilidad de enlazar la adquisición vehicular por zona de circulación, de esta manera se podría buscar un patrón de movilidad de vehículos nuevos particularmente, esta hipótesis no tuvo el sustento necesario para ejecutarlo.

Sin embargo se deja una clasificacion espacial y en base de datos del parque vehicular año, tipo, modelo y crcv, partiendo del concepto de que

los vehículos revisados en cada centro obedecen por sector cercano para el usuario, se procede entonces a la elaboración de polígonos de Voronoy que consiste en trazar triángulos entre los vértices, de forma que cualquier circunferencia trazada dentro de los puntos de cualquier vértice, no tenga ningún punto dentro, luego se trazan perpendiculares de la circunferencia hacia las aristas de los triángulos y se establecen las regiones óptimas y más cercanas a los centros de revisión, inmediatamente se clasifica en seis zonas por centro de revisión aplicando porcentajes de número de vehículos por centro y clasificación como lo indica la tabla 4.11.

TABLA 4.11

CLASIFICACIÓN SEGÚN CENTRO DE REVISIÓN

	AUTG	TAXG	BSTG	MICG	PESG	AUTD	TAXD	BSTD	BUSD	PESD	MOTG
GUAMANI	19,7256	31,1703	5,4191	0,1839	2,4647	0,1120	0,0379	4,0109	18,5468	18,3288	0,0000
SAN ISIDRO	95,6003	0,0187	0,1948	0,0000	0,0003	0,5428	0,0000	0,1442	0,0000	0,0021	3,4969
LOS CHILLOS	96,4054	0,0338	0,3535	0,0000	0,0000	0,5474	0,0000	0,2616	0,0000	0,0000	2,3983
CARAPUNGO	38,0435	27,1752	5,3727	0,1047	1,7214	0,2160	0,0330	3,9766	10,5551	12,8017	0,0000
GUAJALO	94,2925	0,0957	0,4990	0,0000	0,0038	0,5354	0,0001	0,3694	0,0000	0,0281	4,1760
LA FLORIDA	95,2145	0,0287	0,3072	0,0000	0,0000	0,5406	0,0000	0,2274	0,0000	0,0000	3,6816

REFERENCIA (5) : DATOS CORPAIRE

Se puede observar entonces que solo en dos centros de revisión se registran a los buses para establecer el sector en Guamaní los del sur y Carapungo los del norte, esto indica que la triangulación a aplicarse es solo para estos dos centros en el mapa de Quito, lo mismo es válido indicar para el caso del transporte pesado ya que en los centros de La Florida y Los Chillos no registran revisión.

- **Concentración**, se obtienen estos cálculos a través del concepto de paquetes de emisión, que para el caso particular de transporte, encierran la emisión, dándole a esta característica en unidades de concentración.

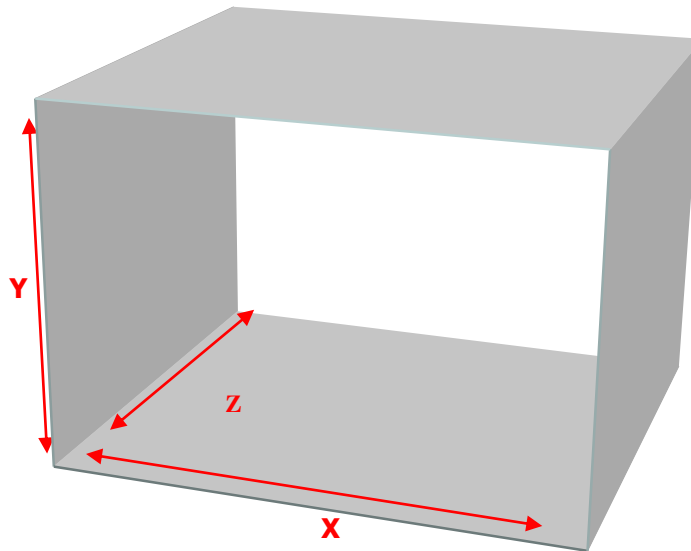
Se tiene la emisión en gramos por segmento de vía, se ve necesario transformarlos en unidades de concentración que puede ser usado como un indicador para visualizar la concentración del contaminante en las vías de mayor congestión. Se aclara previamente que este valor no refleja la concentración real en la ciudad, mas es un parámetro que se podrá tomar en cuenta para la reflexión cualitativa del estado en que se encuentra la calidad del aire en la ciudad, se lo puede relacionar con las

normas permisibles que indican las ordenanzas y determinar que sectores sobrepasan las normas.

Como lo demuestra la figura 4.11, a partir de un segmento de vía se forma un paquete con el ancho de la misma hasta llegar a los edificios, se visualiza entonces un paquete al encerrar con una altura determinada, que para este caso particular se estima una atmósfera estable, esto implica que en este análisis no se toma en cuenta la dirección de los vientos, se forma entonces una caja en cada segmento para de esta manera tener una base en la información de la calidad del aire.

FIGURA 4.11

PAQUETE DE EMISIÓN



Se aplica entonces la clasificación de tipo de vías y número de carriles proporcionada por el modelo de transporte, para de esta manera determinar la distancia del paquete en el que se va a realizar los cálculos,

- el factor **X** se calcula sumando los datos obtenidos por la empresa de obras públicas (EMOP) en cuanto al ancho de vía, parter y veredas, el modelo de transporte indica de antemano el tipo de vía dibujado. Los datos obtenidos para el cálculo se presentan en la tabla 4.12.

TABLA 4.12

ATRIBUTOS DE X

TYPE	CLASE	X [m]
1	Conector	8.6
5	Colectora	8.2
10	Arterial I	6.55
11	Arterial II	5.9
12	Arterial III	5.9
13	Arterial IV	5.9
20	Expresa I	6.1
21	Expresa II	6.1
25	Carretera Suburbana	3.8
26	Carretera Rural	4.6
27	Carretera 2º Orden	3.7

- el factor **Y** se determina, tomando en cuenta que el contaminante en una atmósfera estable mantiene la concentración similar de la altura de donde fue emitido, por lo que este valor tiende a ser subjetivo, en este caso particular se lo realiza con una altura de 100 metros.
- El factor **Z** es la distancia de el segmento de vía proporcionado por el Modelo de Tráfico, de esta manera se tienen los datos necesario para estimar la concentración por sectores representados en paquetes de emisión en Quito, quedando el cálculo como se describe de la siguiente manera:

$$P_E = X * Y * Z$$

$$c = \frac{E[gr]}{X[m] * Y[m] * Z[m]}$$

$$c = \frac{gr}{m^3} * 10^6$$

$$c = \frac{ugr}{m^3}$$

Este valor se añade al modelo de transporte como referencia y opción de entender la relación con la normativa ecuatoriana, cabe aclarar que el resultado obtenido no es real, se ajusta a un cálculo eventual y no puede ser utilizado para alguna referencia futura, ya que el aspecto meteorológico es necesario para analizar la dispersión del contaminante, mas es un dato que puede tomarse de referencia para asociar el grado de contaminación en la ciudad.

El valor de concentración se lo obtiene para los tres contaminantes tomando en cuenta el período de un día promedio. El ejemplo a continuación toma el mismo sector de la calle nueve de octubre.

$$CO_Conc = \frac{24,65gr}{0,29Km * 100m * 8,2m}$$

$$CO_Conc = 0,1 \left[\frac{mg}{m^3} \right]$$

OBJECTID	LANE	NOMBRE	DISTAN	SPEED	TYPE	Z	CAPAC	CRCV	LIVG	TAXG	COMG	MICG	PESG	LIVD	TAXD	BSTD	BUSD	PESD	MOTG	CO_CONC	
723	2	9 DE OCTUBR	0.29	22.5	5	8.2	1528	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
562	2	9 DE OCTUBR	0.29	22.5	5	8.2	1528	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
730	2	9 DE OCTUBR	0.21	22.5	5	8.2	1528	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
572	2	9 DE OCTUBR	0.11	22.5	5	8.2	1528	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1085	2	9 DE OCTUBR	0.2	22.5	5	8.2	1528	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
726	2	9 DE OCTUBR	0.31	22.5	5	8.2	1528	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
727	2	9 DE OCTUBR	0.11	22.5	5	8.2	1528	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
1080	2	9 DE OCTUBR	0.1	22.5	5	8.2	1528	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CAPÍTULO V

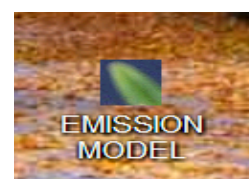
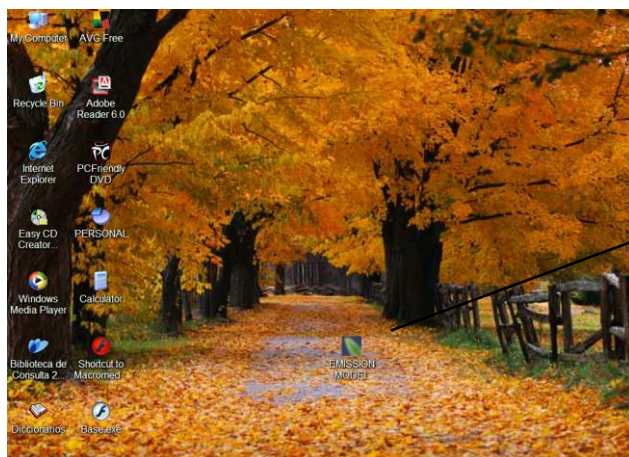
MODELO DE EMISIONES

- 5.1 Presentación del Modelo
- 5.2 Análisis y Diseño del SIG
- 5.3 Interfaz Gráfica de Usuario
- 5.4 Generación de Cartografía Temática
- 5.5 Resultados del Modelo
- 5.6 Usuarios del Modelo

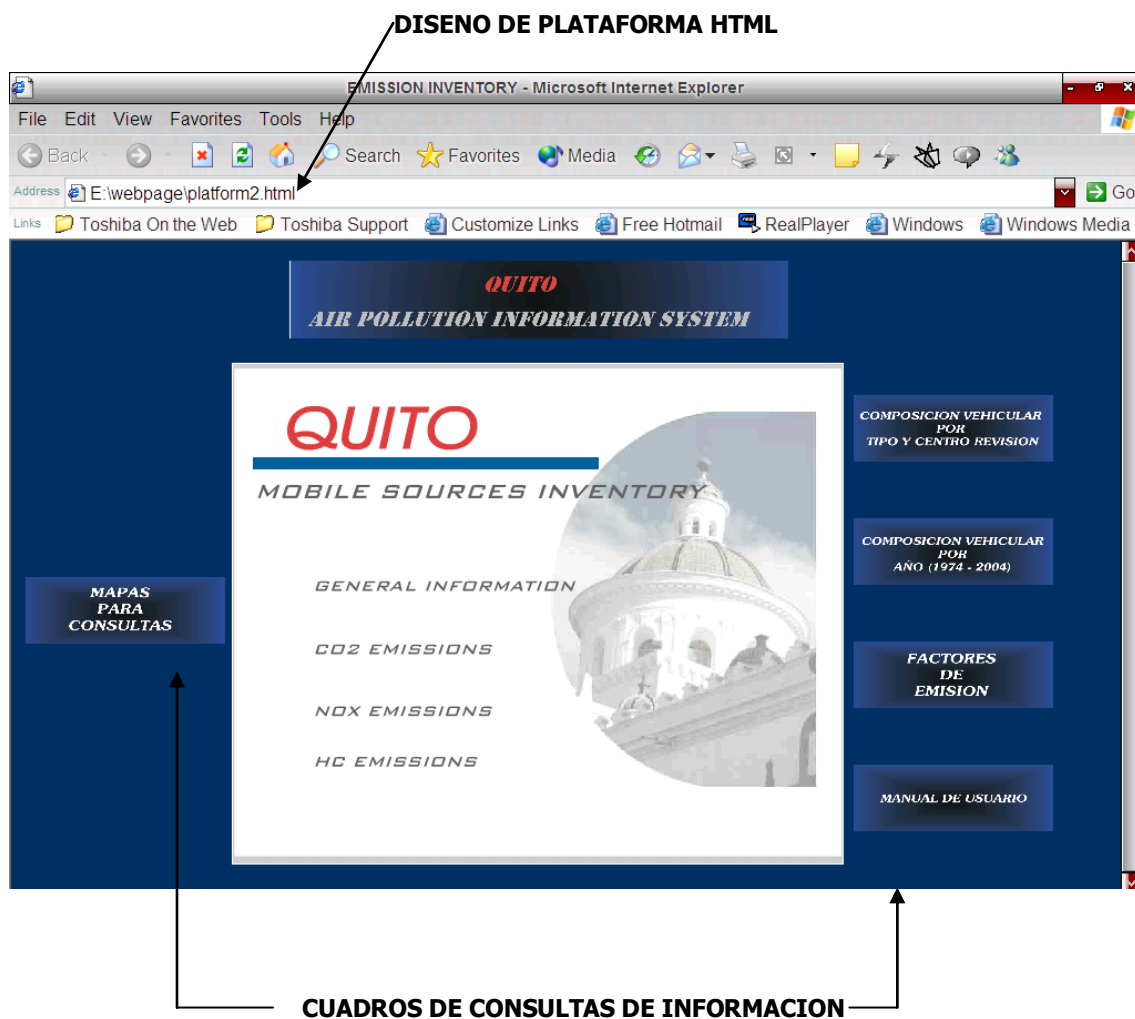
5.1 PRESENTACION DEL MODELO

El modelo de distribución espacial y temporal de emisiones del tráfico vehicular a través de un inventario de fuentes móviles queda construido en el capítulo anterior, en este se presentan los diagramas de inicio para consulta de datos, el diseño del SIG, se describen los procesos para la construcción de una interfaz gráfica que permita un fácil manejo de la información y se analizan los resultados obtenidos a través de mapas temáticos.

En inicio el modelo de emisión se presenta mediante una animación en el software flash, abriendo una hoja html, con el objetivo que se estudie la posibilidad de introducir el modelo en la página web. Tiene las opciones de ingresar a la información de entrada, factores de emisión, zonificación de centros de revisión y control vehicular, ingreso a mapas etc., como se lo puede observar a continuación.



**ICONO DE INICIO PARA
INGRESAR AL MODELO**



5.2 ANALISIS Y DISEÑO DEL SIG

Al analizar el concepto metodológico como punto de partida para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica, se deben tomar normas para que en posteriores modificaciones se siga respetando la naturaleza y características del mismo, que tiene como paradigma fundamental en el sistema el modelo en espiral, ya que es por sus características el más eficiente que permite un desarrollo dinámico, además completa el círculo de calidad ya que persigue la revisión continua y el mejoramiento periódico del mismo.

El SIG tiene como principal objetivo el solucionar un conjunto de inquietudes y necesidades que Corpaire, Dirección Metropolitana de Transporte y el Municipio en si presenta como importantes dentro del tema de la calidad del aire en Quito. Como paso inicial dentro del desarrollo del sistema se destaca un reporte de necesidades y requerimientos abarcados en el siguiente compendio de temas:

Necesidades

- Actualización de Información
- Información Consistente
- Parámetros Técnicos
- Diseño para que en posteriores proyectos se pueda aumentar en capacidad y tamaño.

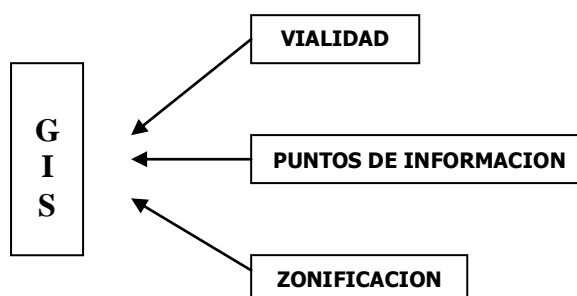
Requerimientos

- El sistema debe ser de fácil manejo.
- Debe abarcar la mayor cantidad de información que se necesite para la toma de decisiones.
- Los formatos de ingreso de la información deben ser lo más amigable posible.

Se incluyen entonces dentro de la cartografía base, vialidad, zonificación, y puntos de intersección con nombres de vías, información que sería actualizada dependiendo de los trabajos realizados por el Municipio. La información gráfica y alfanumérica, se actualizará en cada cierre de revisión al final del año. Dentro de datos de toponimia, será actualizada solo en caso de ser incrementados los centros de revisión y control vehicular, en caso de ser necesaria la comparación se podría incluir las coordenadas de las estaciones de Monitoreo.

Luego del despliegue de información requerido para el sistema, se obtiene el diseño del SIG como se muestra a continuación en la figura 5.1, que indica las capas que alimentan al sistema.

FIGURA 5.1



El manejo de un sistema de información a los diferentes niveles, debe ser capaz de satisfacer las necesidades de los procesamientos y proporcionar información a los administradores, el diseño debe partir con la estructura de las bases de datos y las relaciones que deben existir entre cada una de ellas, para establecer cadenas de dependencia y generar vínculos.

El modelo cuenta con doce bases de datos durante el proceso del cálculo, que se han integrado en el software power designer que facilitará la relación y gráfica de la información y establece las características de cada uno de los registros, describiendo el tipo de atributo para cada caso, este puede ser:

- Texto
- Numérico
- Alfanumérico

En cada caso se determina el número de caracteres con los que se han construido las bases, a continuación en la tabla 5.1 se indica la descripción de cada una de ellas.

TABLA 5.1

DESCRIPCION DE BASE DE DATOS

Nº	BASE DE DATOS	DESCRIPCION
01	Clasificación	Adaptación de la clasificación propia de acuerdo al tipo de vehículo obtenido a partir de datos de EPA y México.
02	Información General	Proporcionada por Corpaire con el numero total de vehículos y años.
03	Información Base	Clasificación de la información general obteniendo una base de datos con número de vehículo por modelo y año.
04	Modelo de Transporte	Información facilitada por la Dirección de Transporte para la obtención de datos de numero de vehículos por segmento de vía en la zona metropolitana de Quito.
05	Adaptación de Modelo	Primera adaptación con la que se integra la información base para determinar una nueva clasificación vehicular en la ciudad.
06	Factores de Emisión	Base de datos de la experiencia de México con el software de EPA.
07	Modelo de Emisión	Obtención de la emisión en gramos por segmento de vía
08	Anexo 2	Información de la EmopQ para la definición de distancias en las vías de la ciudad.
09	Paquete de Emisión	Adaptación al modelo de emisión para convertir datos de emisión en concentración.
10	CRCV	Información proporcionada por Corpaire para determinar el número de vehículos q pasaron la revisión en cada centro.
11	Z_CRCV	Zonificación de la ciudad para determinar una aplicación futura por centro de revisión y control vehicular.
12	Anexo 1	Elaboración de un modelo digital del terreno para la determinación de pendientes en la ciudad y aplicar junto a la base de datos anterior una futura aplicación.
13	Aplicaciones Futuras	Base de datos abierta para que se modifique o actualice información para las aplicaciones pertinentes dentro del estudio de impacto de las emisiones de fuentes móviles.

Cada base de datos debe tener un tipo de relación con los elementos de la siguiente para de esta manera concatenar la información y prepararla dentro del sistema, estas relaciones deben seguir los pasos que se dieron para la construcción del modelo, de esta manera se introduce en la base de datos geográfica todo el cálculo desarrollado en el capítulo anterior.

Para la clasificación que se determina en el modelo, se debe recordar que se parte de la información de Envirometal Proteccion Agency y la del modelo de la Zona de México, por lo que se tiene una primera tabla DB01 "Clasificación" y Relación_01.

FIGURA 5.2

ATRIBUTOS DE BASE DE DATOS "CLASIFICACION"

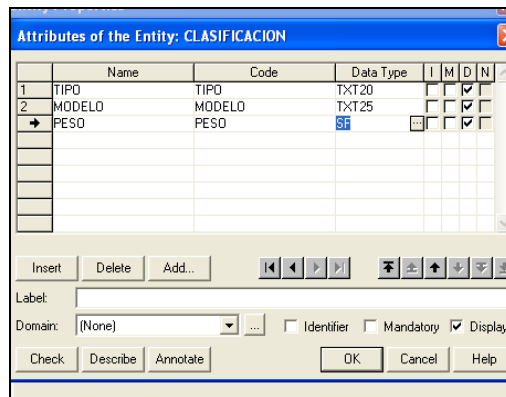
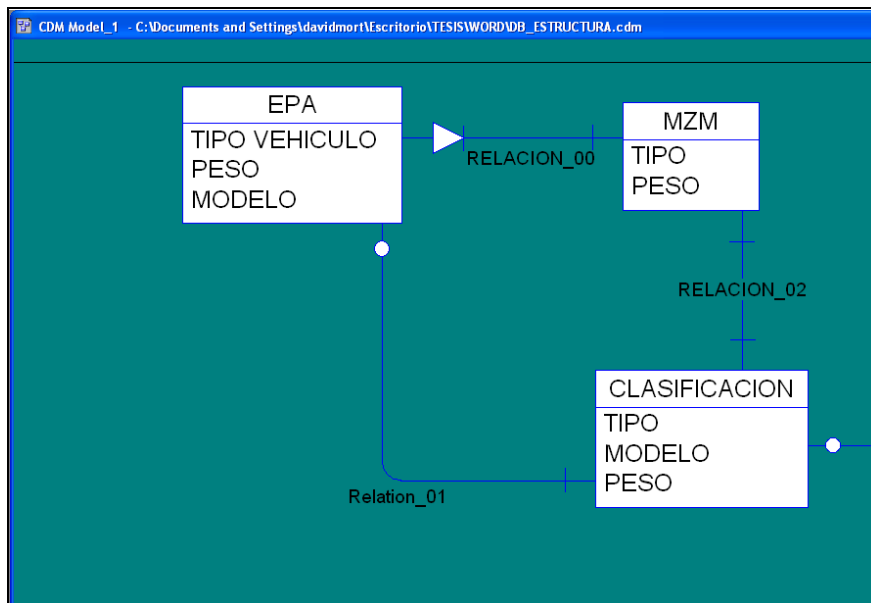


FIGURA 5.3

RELACION DE BASES DE DATOS

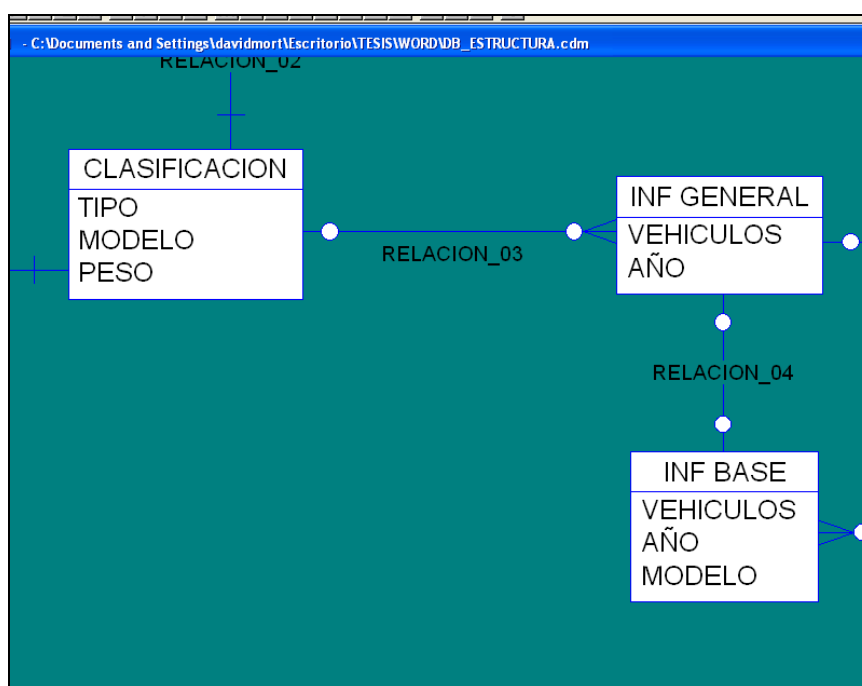


Se aprecia entonces que a partir de la relación uno a uno que establece la Zona de México dependiendo de la clasificación de EPA, se establece además una relación uno a uno con la clasificación propia determinando como dominante a la tabla de información de EPA, por ser quien define la primera adaptación de los datos.

Obtenida la primera base de datos, se analiza la información general proporcionada en Corpaire que determina el número de vehículos en cada año para obtener la información base que determine el tipo de vehículos con propia clasificación el año y el modelo.

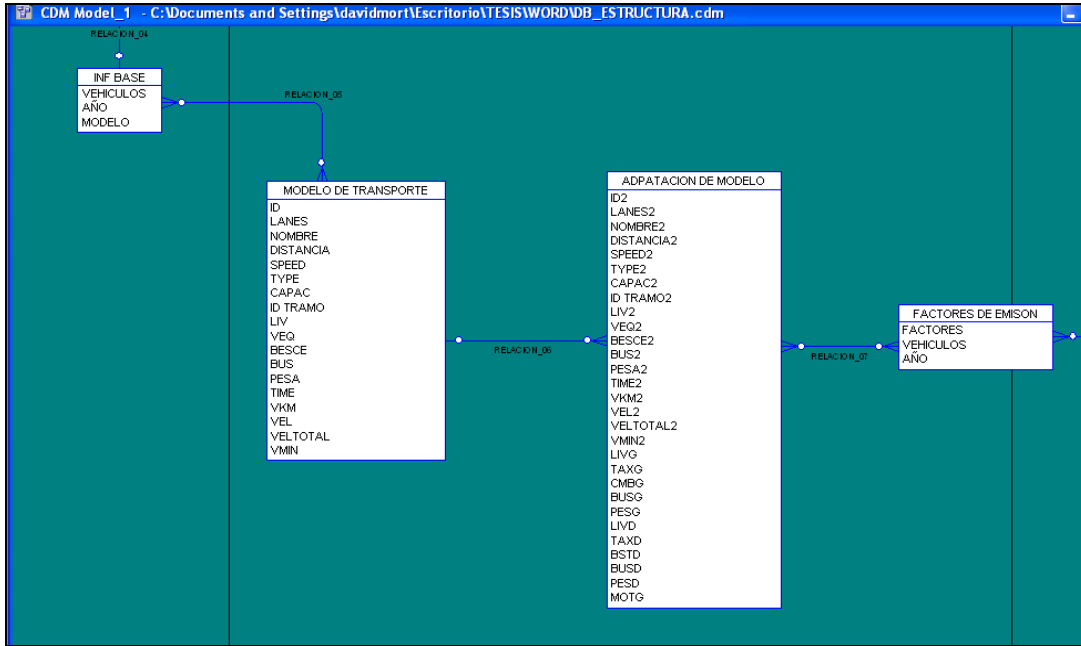
FIGURA 5.4

RELACION DE BASES DE DATOS



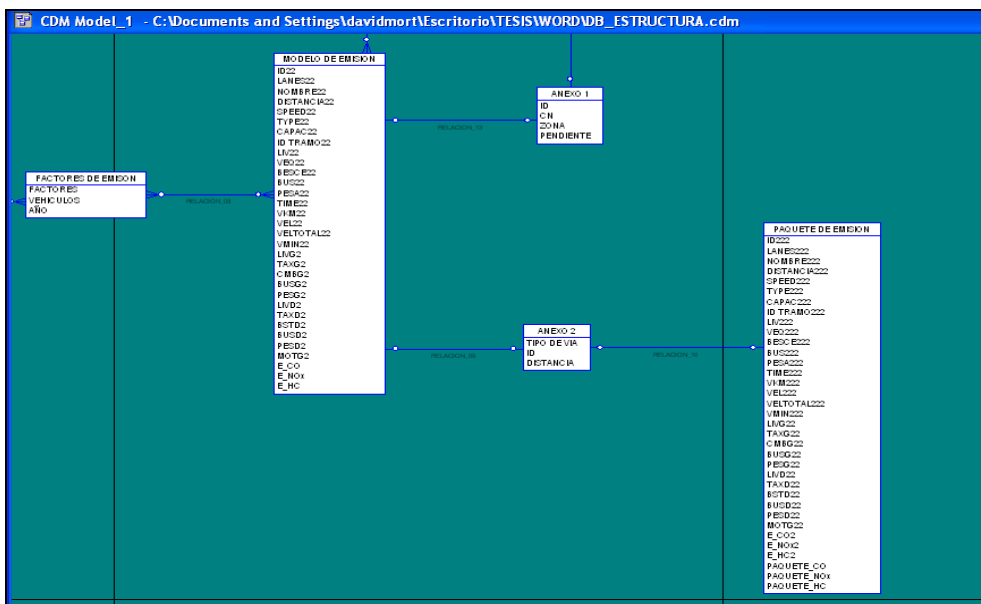
Se parte con la información base para adaptarlo al modelo de Transporte con una primera clasificación propia, que se relacionan con la base de datos de factores de emisión como se puede apreciar en la figura 5.5.

FIGURA 5.5
RELACION DE BASES DE DATOS



El modelo de emisión se obtiene entonces de la octava relación de muchos a muchos como se aprecia en la figura 5.6, donde además se aprecia la inserción del anexo 2 que es la recopilación de información para determinar los paquetes de emisión como se explicaría ya en el capítulo anterior.

FIGURA 5.6
RELACION DE BASES DE DATOS



CONSTRUCCION DEL MODELO

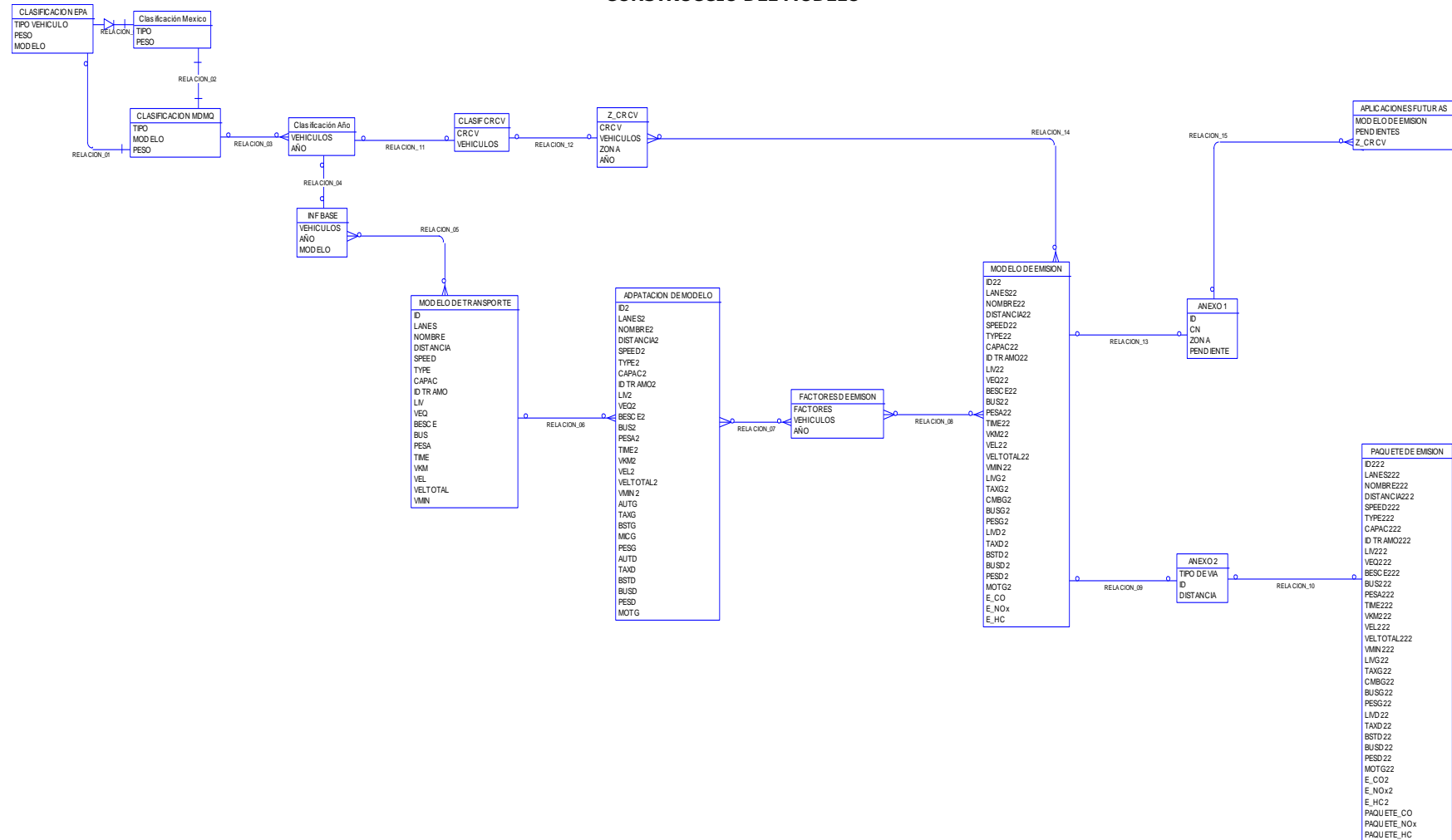


FIGURA 5.8

Dentro de la generación del SIG se debe tener en cuenta todos los pasos para continuar con el círculo de calidad que se inician con la planificación, diseño, construcción e implementación para la mejora continua que debe realizarse cada año o cada actualización de la base de datos original a fines de año al cierre de las matrículas vehiculares.

Con ciertos parámetros de partida se debe desarrollar de forma homogénea todo el modelo a partir de la conceptualización de la metodología, el presente proceso de diseño además de ser una memoria técnica, debe ser tomado como norma para que en posteriores modificaciones se siga respetando la naturaleza y características de las entidades expuestas en la construcción.

Se analiza entonces cada base de datos y se determina los atributos de sus entidades como se demuestra a continuación en la tabla 5.2

TABLA 5.2
CONSTRUCCION DE ENTIDADES

BASE DE DATOS	ESPECIFICACION DE ATRIBUTOS	DISEÑO
CLASIFICACIÓN EPA	Según la construcción de las bases de datos, se debe respetar el tipo, nombre y código de cada una de las variables. Tipo de vehículo, dato de texto. Peso, dato flotante. Modelo, dato texto.	
CLASIFICACIÓN MÉXICO	Tipo, formato de texto. Peso, formato flotante.	
CLASIFICACIÓN MDMQ	Tipo, formato de texto. Modelo, formato de texto. Peso, formato flotante.	
CLASIFICACIÓN AÑO	Numero de vehículos, representado como modelo_ tipo, formato texto. Año, formato entero.	

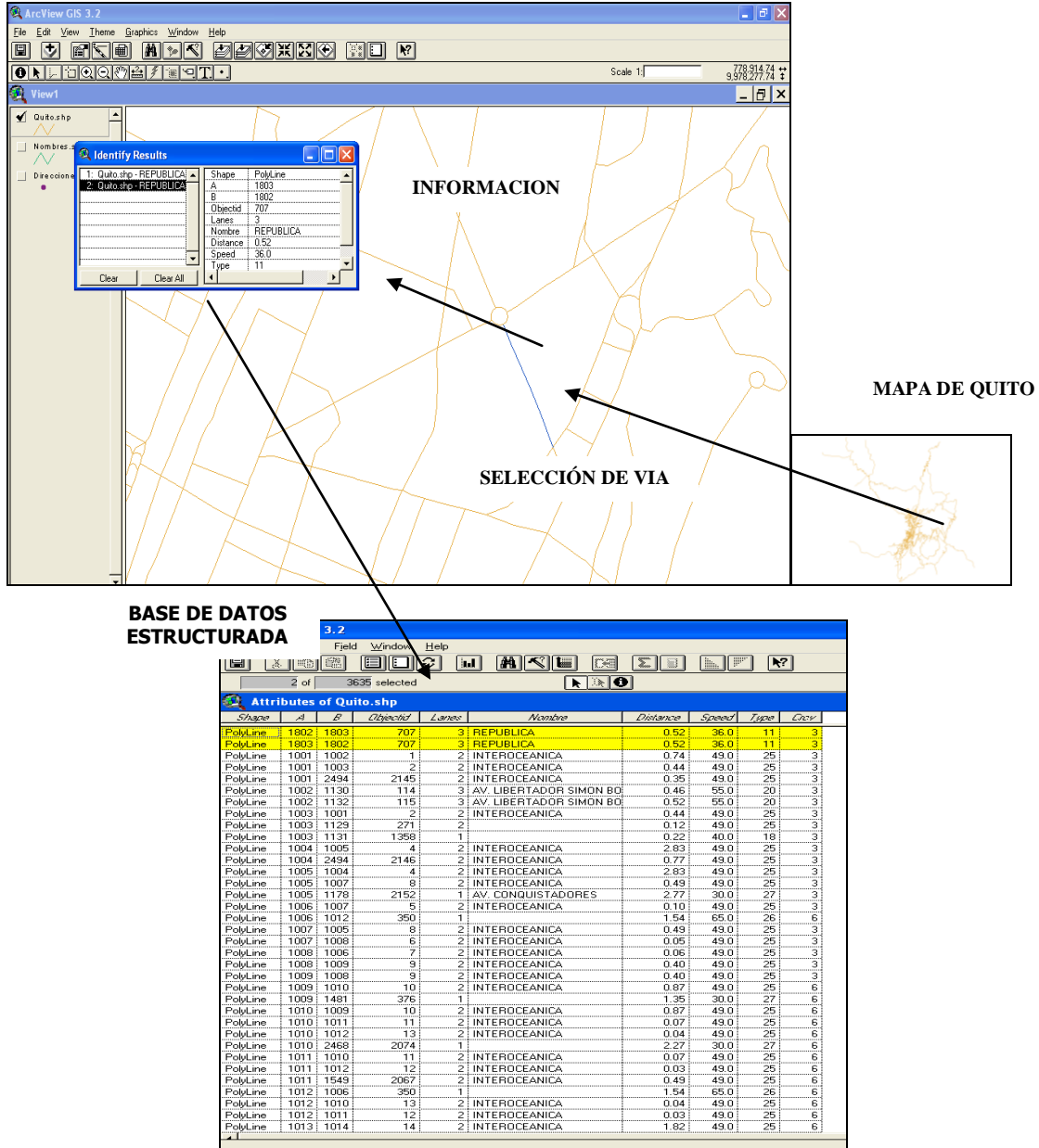
<p>INFORMACIÓN BASE</p>	<p>Modelo_tipo, formato texto. Año, formato entero Modelo, formato entero.</p>	<p>Attributes of the Entity: INF BASE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VEHICULOS</td> <td>MODELO_TIPO</td> <td>TX125</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>AÑO</td> <td>ANO</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>MODELO</td> <td>MODELOZ</td> <td>LI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>→</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	1	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	MODELO	MODELOZ	LI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	→				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
1	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
3	MODELO	MODELOZ	LI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
→				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>MODELO DE TRANSPORTE</p>	<p>Laner, formato small integer Nombre, formato texto Distancia, formato small flota Speed, formato flota Type, formato small integer Capac, formato float ID tramo, formato small float Liv, formato long float Veq, formato long float Besce, formato long float Bus, formato long float Pes, formato long float Time, formato float</p>	<p>Attributes of the Entity: MODELO DE TRANSPORTE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>ID</td> <td>ID</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>LANES</td> <td>LANES</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>NOMBRE</td> <td>NOMBRE</td> <td>TX150</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DISTANCIA</td> <td>DISTANCIA</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>SPEED</td> <td>SPEED</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>TYPE</td> <td>TYPE</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CAPAC</td> <td>CAPAC</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ID TRAMO</td> <td>ID_TRAMO</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>LIV</td> <td>LIV</td> <td>LF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>VEQ</td> <td>VEQ</td> <td>LF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>BESCE</td> <td>BESCE</td> <td>LF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>BUS</td> <td>BUS</td> <td>LF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>PESA</td> <td>PESA</td> <td>LF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>TIME</td> <td>TIME</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>VKM</td> <td>VKM</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>VEL</td> <td>VEL</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>VELTOTAL</td> <td>VELTOTAL</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>VMIN</td> <td>VMIN</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	ID	ID	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	LANES	LANES	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	NOMBRE	NOMBRE	TX150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	DISTANCIA	DISTANCIA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	SPEED	SPEED	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6	TYPE	TYPE	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7	CAPAC	CAPAC	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8	ID TRAMO	ID_TRAMO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9	LIV	LIV	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	VEQ	VEQ	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11	BESCE	BESCE	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12	BUS	BUS	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	PESA	PESA	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14	TIME	TIME	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	VKM	VKM	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	VEL	VEL	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17	VELTOTAL	VELTOTAL	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18	VMIN	VMIN	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	ID	ID	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	LANES	LANES	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
3	NOMBRE	NOMBRE	TX150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
4	DISTANCIA	DISTANCIA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
5	SPEED	SPEED	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
6	TYPE	TYPE	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
7	CAPAC	CAPAC	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
8	ID TRAMO	ID_TRAMO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
9	LIV	LIV	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
10	VEQ	VEQ	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
11	BESCE	BESCE	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
12	BUS	BUS	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
13	PESA	PESA	LF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
14	TIME	TIME	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
15	VKM	VKM	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
16	VEL	VEL	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
17	VELTOTAL	VELTOTAL	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
18	VMIN	VMIN	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>ADAPTACIÓN DE MODELO</p>	<p>La clasificacion de los once tipos de vehículos tiene formato de número entero.</p>	<p>Attributes of the Entity: ADAPTACION DE MODELO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>AUTG</td> <td>AUTG</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>TAXG</td> <td>TAXG</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>BSTG</td> <td>BSTG</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>MICG</td> <td>MICG</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>PESG</td> <td>PESG</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>AUTD</td> <td>AUTD</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>TAXD</td> <td>TAXD</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>BSTD</td> <td>BSTD</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>BUSD</td> <td>BUSD</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	AUTG	AUTG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	TAXG	TAXG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21	BSTG	BSTG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	22	MICG	MICG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	23	PESG	PESG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24	AUTD	AUTD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25	TAXD	TAXD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	26	BSTD	BSTD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	27	BUSD	BUSD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																								
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	AUTG	AUTG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
20	TAXG	TAXG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
21	BSTG	BSTG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
22	MICG	MICG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
23	PESG	PESG	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
24	AUTD	AUTD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
25	TAXD	TAXD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
26	BSTD	BSTD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
27	BUSD	BUSD	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>FACTORES DE EMISIÓN</p>	<p>Factores de emisión, formato small flota. Modelo_tipo, formato texto. Año, formato entero.</p>	<p>Attributes of the Entity: FACTORES DE EMISION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>FACTORES</td> <td>FACTORES</td> <td>SF</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>VEHICULOS</td> <td>MODELO_TIPO</td> <td>TX125</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>AÑO</td> <td>ANO</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	FACTORES	FACTORES	SF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	FACTORES	FACTORES	SF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
3	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>MODELO DE EMISIÓN</p>	<p>Emisión, formato decimal.</p>	<p>Attributes of the Entity: MODELO DE EMISION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>24</td> <td>LIVD2</td> <td>LIVD2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>TAXD2</td> <td>TAXD2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>BSTD2</td> <td>BSTD2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>BUSD2</td> <td>BUSD2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>PESD2</td> <td>PESD2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>MOTG2</td> <td>MOTG2</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>E_CO</td> <td>E_CO</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>E_NOX</td> <td>E_NOX</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>E_HC</td> <td>E_HC</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	24	LIVD2	LIVD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25	TAXD2	TAXD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	26	BSTD2	BSTD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	27	BUSD2	BUSD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28	PESD2	PESD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	29	MOTG2	MOTG2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	30	E_CO	E_CO	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	31	E_NOX	E_NOX	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	32	E_HC	E_HC	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																								
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
24	LIVD2	LIVD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
25	TAXD2	TAXD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
26	BSTD2	BSTD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
27	BUSD2	BUSD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
28	PESD2	PESD2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
29	MOTG2	MOTG2	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
30	E_CO	E_CO	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
31	E_NOX	E_NOX	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
32	E_HC	E_HC	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>CLASIFICACIÓN CRCV</p>	<p>Crcv, formato texto. Vehiculos, formato entero.</p>	<p>Attributes of the Entity: CRCV</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>CRCV</td> <td>CRCV</td> <td>TX115</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>VEHICULOS</td> <td>VEHICULOS</td> <td>LI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	CRCV	CRCV	TX115	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	VEHICULOS	VEHICULOS	LI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	CRCV	CRCV	TX115	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	VEHICULOS	VEHICULOS	LI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>ZONIFICACIÓN CRCV</p>	<p>Además de el formato anterior, se añade zon con formato numero y año con formato entero.</p>	<p>Attributes of the Entity: Z_CRCV</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>ZCRCV</td> <td>ZCRCV</td> <td>TX115</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>VEHICULOS</td> <td>MODELO_TIPO</td> <td>TX125</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ZONA</td> <td>ZONA</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>AÑO</td> <td>ANO</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	ZCRCV	ZCRCV	TX115	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	ZONA	ZONA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	ZCRCV	ZCRCV	TX115	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	VEHICULOS	MODELO_TIPO	TX125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
3	ZONA	ZONA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
4	AÑO	ANO	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
<p>ANEXO 1</p>	<p>Id, formato small integer. Zona, formato SI Pendiente formato flotante.</p>	<p>Attributes of the Entity: ANEXO 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Name</th> <th>Code</th> <th>Data Type</th> <th>I</th> <th>M</th> <th>D</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>ID</td> <td>ID1</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CN</td> <td>CN</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ZONA</td> <td>ZONA</td> <td>SI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PENDIENTE</td> <td>PENDIENTE</td> <td><UNDEF></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Name	Code	Data Type	I	M	D	N	→	ID	ID1	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	CN	CN	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	ZONA	ZONA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	PENDIENTE	PENDIENTE	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																
	Name	Code	Data Type	I	M	D	N																																																																																																																																																			
→	ID	ID1	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
2	CN	CN	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
3	ZONA	ZONA	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			
4	PENDIENTE	PENDIENTE	<UNDEF>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																			

<p>APLICACIONES FUTURAS</p>	<p>Modelo de emisiones, pendientes, y zonificación de crcv, tienen datos de número flotante.</p>	
<p>ANEXO 2</p>	<p>Tipo de vía, formato de texto. Distancia y ID, formato small flota.</p>	
<p>PAQUETE DE EMISIÓN</p>	<p>El paquete de emisión tiene las variables del modelo de emisión añadiendo la variable de emisión en formato flotante.</p>	

Al determinar paso a paso las características de cada base de datos se procede a su aplicación en el GIS que respetará en todo momento el diseño previo para dar paso a la obtención de información gráfica que se observa en el capítulo anterior.

A continuación la figura 5.9 demuestra que este enlace se visualiza en cada vía representada en el mapa, en el ejemplo se muestra a la avenida Republica del Salvador con los datos de emisión de CO en hora pico am.

FIGURA 5.9
SELECCIÓN VIAL EN ARC VIEW Y BASE DE DATOS

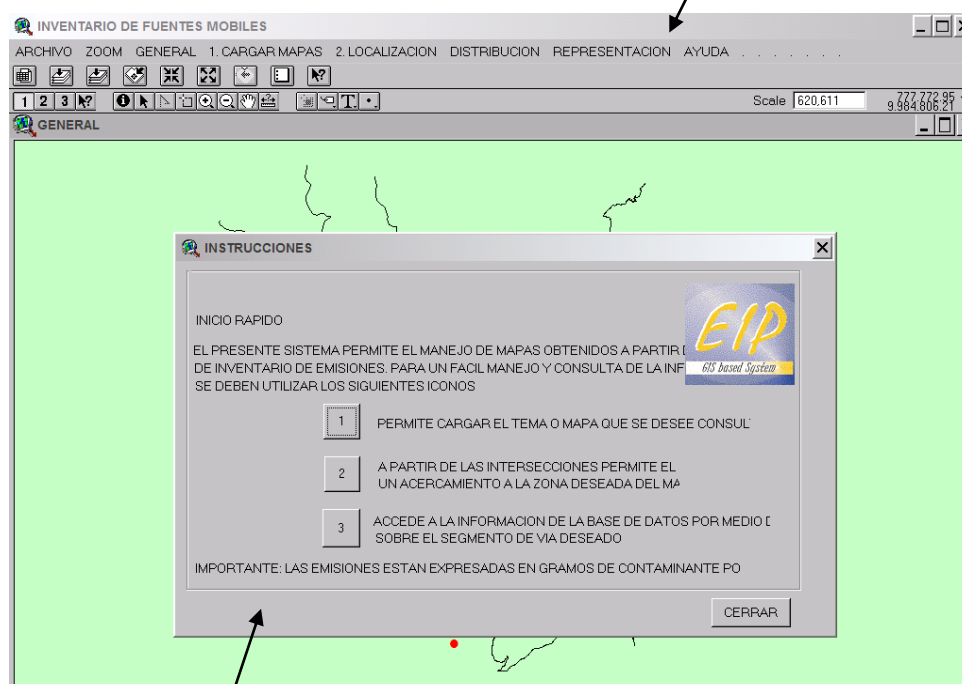


5.3 INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO

Es importante el fácil manejo del usuario frente a un Sistema de Información, es por eso que se personaliza el software que permite brindar a quien ingrese, las opciones en español de la información que proporciona el modelo, sin que pueda realizar cambios posteriores, se añade de igual manera los diferentes scripts para programar de esta manera en diferentes opciones al usuario que

puede escoger rutas para seleccionar solo datos de información general como nombre de vía, distancia, zonificación, señalar en el mapa el segmento de vía del cual se requiere la información; para cada hora pico se integra además los valores de emisiones; la información también se despliega por un navegador de información que permite q el usuario busque el nombre de la vía en caso de no saber su ubicación espacial en el mapa. Estas opciones se determinan mediante la programación en el software y se observan en las figuras a continuación

Ofrece un menú personalizado para el usuario que describe exactamente los mapas a los que puede acceder.



Este primer cuadro, explica las opciones que tiene el usuario dentro del sistema, muestra diferentes opciones para manejar el software.

5.4 GENERACION DE CARTOGRAFIA TEMÁTICA

Una vez elaborado los distintos mapas se obtienen tres de concentración y trece de emisión, para la generación de cartografía temática se toma la norma de la ciudad señalando color rojo para las vías que sobrepasan la norma y tonos azules para las vías que no sobrepasan la norma; en el caso de emisiones se reclasifica mediante el software de arc view que utiliza la distribución gaussiana estableciendo tres categorías de emisión: alta, media y baja. De esta manera se obtienen resaltadas las zonas de mayor emisión en la ciudad.

5.5 RESULTADOS DEL MODELO

Al realizar el modelo se debe tomar en consideración diferentes limitantes que se encontraron dentro del proceso de cálculo como se nombran a continuación:

- Al contar con datos dispersos en relación al número de vehículos se toma el nivel de confianza del 80% como lo indica el modelo de tráfico quien calcula en primera instancia los vehículos en cada segmento de vía.
- El modelo se debe tomar como una herramienta de información acerca de la distribución de emisión, mas no analiza la dispersión del contaminante por no contar con datos de meteorología que deben ser validados por el lapso mínimo de un año.
- Para el caso particular del paquete de emisión se considera una atmósfera estable, esto indica que la información obtenida no es la real, es un indicador.
- Al no tener datos de motos en el modelo base de tráfico, se lo calcula mediante la zonificación por centro de revisión, datos que pueden ser actualizados.

En los resultados expresados por el modelo, que se adjuntan en los mapas de distribución de emisiones, se observan que estas toman en casi todos los casos un patrón semejante a la congestión en las vías de la ciudad. Esto se explica porque son los segmentos de vía donde aumenta la distancia del segmento y los números de vehículos que circulan en determinado período de tiempo, variables que determinan la emisión según los cálculos realizados.

Los resultados se expresan en valores de emisión alta media y baja para facilitar la identificación de los sectores al no tener norma con la que se pueda comparar, estos datos se obtienen en base a los cálculos estadísticos que desarrolla el software mediante la distribución gaussiana, en los mapas esta información se observa con tonos verdes, azules y rojos, de esta manera se evidencia que en la ciudad no existe mayor emisión con excepción de algunos casos que se detallan en las tablas de resultados a continuación, donde además se incluye a los datos de concentración.

Se observa primero las tablas de rangos que se determina para cada contaminante en su respectivo período, de esta manera se puede analizar los resultados.

TABLA 5.3

RANGOS DE EMISION CO [gr/seg de vía]

PERIODO	EMISION BAJA	EMISION MEDIA	EMISION ALTA
PICO AM	0 - 900	900 - 3700	3700 - 10000
PICO PM	0 - 800	800 - 3000	3000 - 12000
PICO VALLE	0 - 1000	1000 - 5000	5000 - 14000
SEMANA	0 - 890	890 - 3700	3700 - 10000
DIA PROMEDIO	0 - 900	900 - 3500	3500 - 10000

Como se puede observar con los rangos de la tabla 5.3, es en el pico valle donde se encuentra mayores valores de emisión de monóxido de carbono, estos datos se dan por el número de vehículos que transitan por cada segmento de vía, ya que la hora valle representa doce horas en la mañana.

TABLA 5.4

RANGOS DE EMISION HC [gr/seg de vía]

PERIODO	EMISION BAJA	EMISION MEDIA	EMISION ALTA
PICO AM	0 - 135	135 - 500	500 - 1492
PICO PM	0 - 100	100 - 400	400 - 1458
PICO VALLE	0 - 200	200 - 500	500 - 1700
DIA PROMEDIO	0 - 140	140 - 592	592 - 1500

La emisión de hidrocarburos se observa con sus valores más altos en el día promedio, sin embargo en el pico am los datos de emisión superan a los del pico pm.

TABLA 5.5

RANGOS DE EMISION NOx [gr/seg de vía]

PERIODO	EMISION BAJA	EMISION MEDIA	EMISION ALTA
PICO AM	0 - 143	200 - 4500	4500 - 12000
PICO PM	0 - 200	200 - 1200	1200 - 4000
PICO VALLE	0 - 400	400 - 1000	1000 - 4000
DIA PROMEDIO	0 - 130	130 - 5000	5000 - 16320

La hora pico am, comprende dos horas en la mañana de siete a nueve, donde se observa mayor emisión del contaminante NOx.

TABLA 5.6

RESULTADOS DE DISTRIBUCION ESPACIAL Y TEMPORAL DE EMISION

PERIODO	CONTAMINANTE	DISTRIBUCION	SECTORES
HORA PICO AM	CO	70% norte 30% centro-sur	Luis Tufiño y Galo Plaza, Presa y Fernández, Prensa y Zamora, Redondel Inca, Sector Granados, Naciones Unidas, Mariana de Jesús y Amazonas, Mañosca, Cordero y seis de diciembre, Ladrón de Guevara, Trébol, Av. Universitaria, Necochea, Moran Valverde, Gral. Rumiñahui, Vía a Nayón.
	HC	60% norte 40% centro-sur	Se incrementa en el sector del centro en la calle Sucre y Lequerica, Cumandá, Sucre y Canelo, Maldonado, al norte en América y Mañosca, Reina Victoria y Colon.
	NOx	70% norte 30% centro-sur	Cubre los mismos sectores que el contaminante CO.
HORA PICO PM	CO	80% norte 20% centro-sur	Trébol, Capitán Ramón Borja, Aeropuerto, Rodrigo de Chávez, Maldonado y Moran Valverde.
	HC	50% norte 50% centro-sur	Se presenta sobre la norma en el sector del trébol, y con mediana emisión los sectores de Rodrigo de Chávez, Necochea, García Moreno, Maldonado.
	NOx	60% norte 40% centro-sur	Los resultados son similares a los del periodo am.
HORA VALLE	CO	60% norte 40% centro-sur	Luis Tufiño y Galo Plaza, Presa y Fernández, Prensa y Zamora, Redondel Inca, Sector Granados, Naciones Unidas, Mariana de Jesús y Amazonas, Mañosca, Cordero y seis de diciembre, Ladrón de Guevara, Trébol, Av. Universitaria, Necochea, Moran Valverde, Gral. Rumiñahui.
	HC	60% norte 40% centro-sur	
	NOx	50% norte 50% centro-sur	

TABLA 5.7

RESULTADOS DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE EMISION

PERIODO	CONTAMINANTE	DISTRIBUCION	SECTOR
DIA PROMEDIO	CO	60% norte 40% centro-sur	Luis Tufiño y Galo Plaza, Presa y Fernández, Prensa y Zamora, Redondel Inca, Sector Granados, Naciones Unidas, Mariana de Jesús y Amazonas, Mañosca, Cordero y seis de diciembre, Ladrón de Guevara, Trébol, Av. Universitaria, Necochea, Moran Valverde, Gral. Rumiñahui, Vía a Nayón. Trébol, Capitán Ramón Borja, Aeropuerto, Rodrigo de Chávez, Maldonado y Moran Valverde. Sucre y Canelo, Maldonado, al norte en América y Mañosca, Reina Victoria y Colon.
SEMANAL	CO	60% norte 40% centro-sur	
DIA PROMEDIO	HC	60% norte 40% centro-sur	
DIA PROMEDIO	NOx	50% norte 50% centro-sur	

En la siguiente tabla se analiza por periodo de tiempo las emisiones de los distintos contaminantes como se demuestra a continuación:

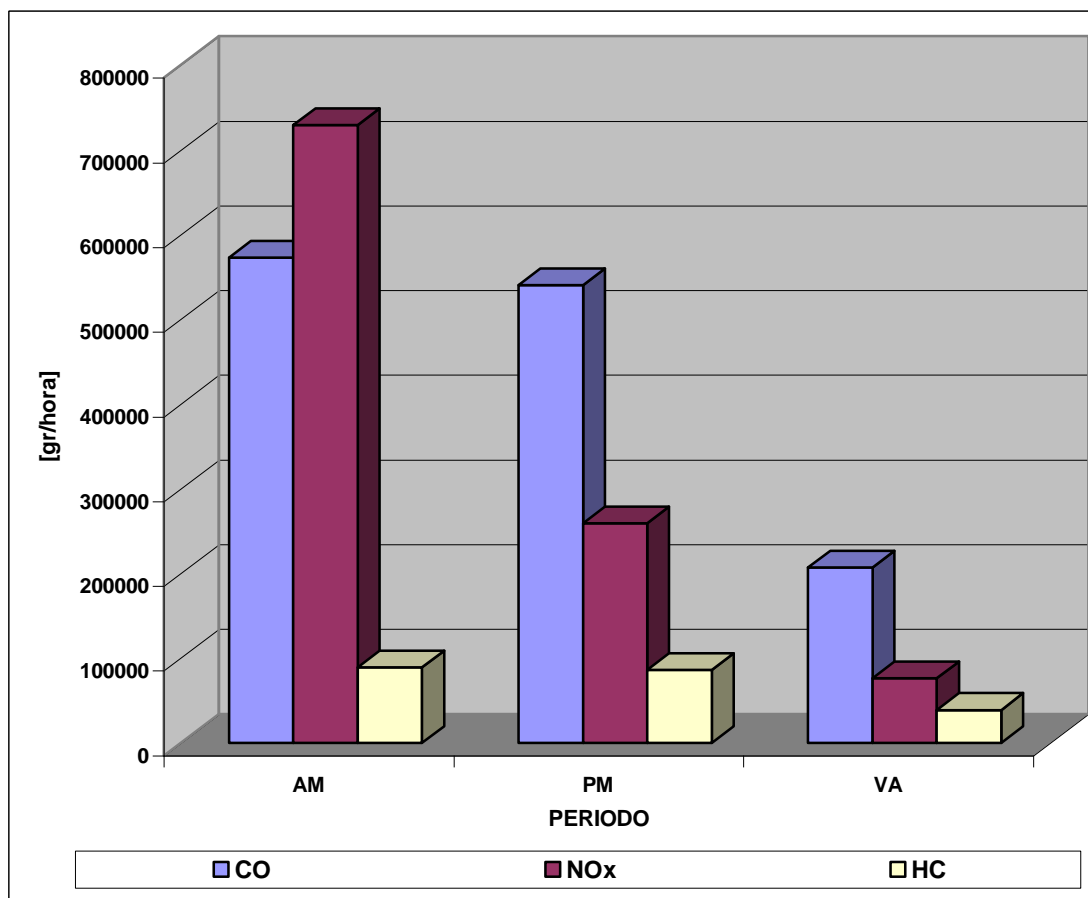
TABLA 5.8

RESULTADOS DE EMISION TOTAL DEL MODELO

PERIODO	CONTAMINANTE	EMISION [gr/periodo]	EMISION [gr/hora]
AM (2 horas)	CO	1146530	573265
	NOx	1458878	729439
	HC	178564	89282
PM (2 horas)	CO	1081336	540668
	NOx	518710	259355
	HC	173061	86530.5
VALLE (8 horas)	CO	1655668	206958.5
	NOx	610939	76367.375
	HC	312884	39110.5

FIGURA 5.10

RESULTADOS DE EMISION SEGÚN PERIODOS



La figura 5.10 demuestra que la hora pico am representa mayor emisión en sus tres contaminantes, esto se da por tener mayor tráfico vehicular pesado que circula durante las 07:00 a 09:00.

FIGURA 5.11

RESULTADOS DE EMISION POR CONTAMINANTE Y PERIODO

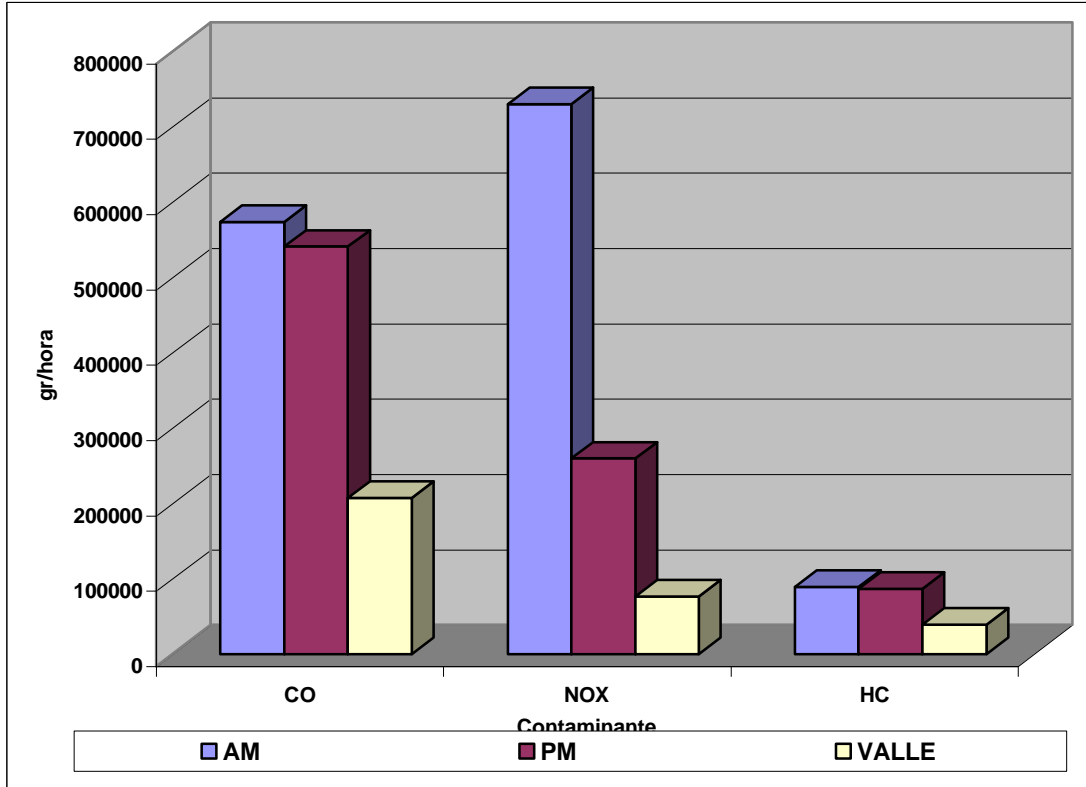
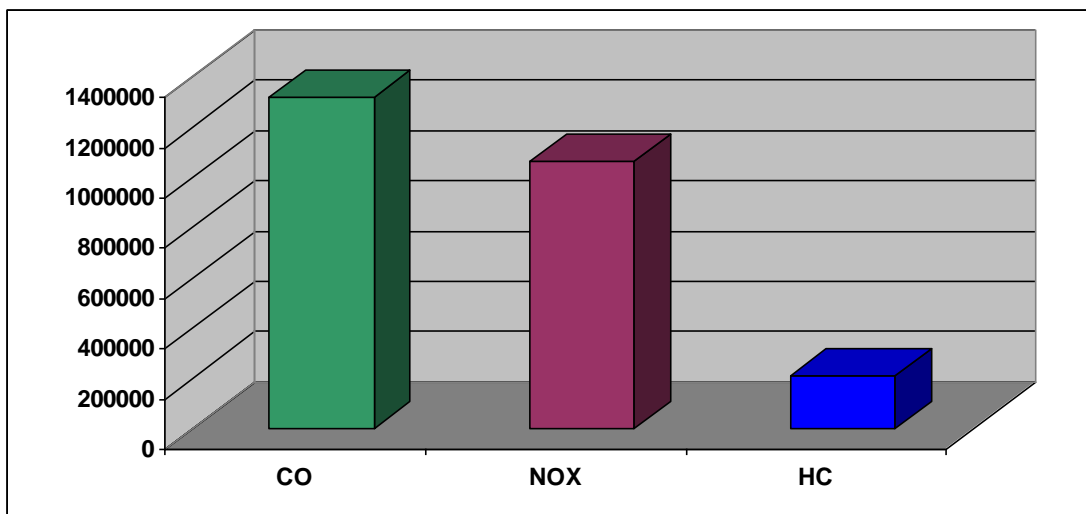


FIGURA 5.12

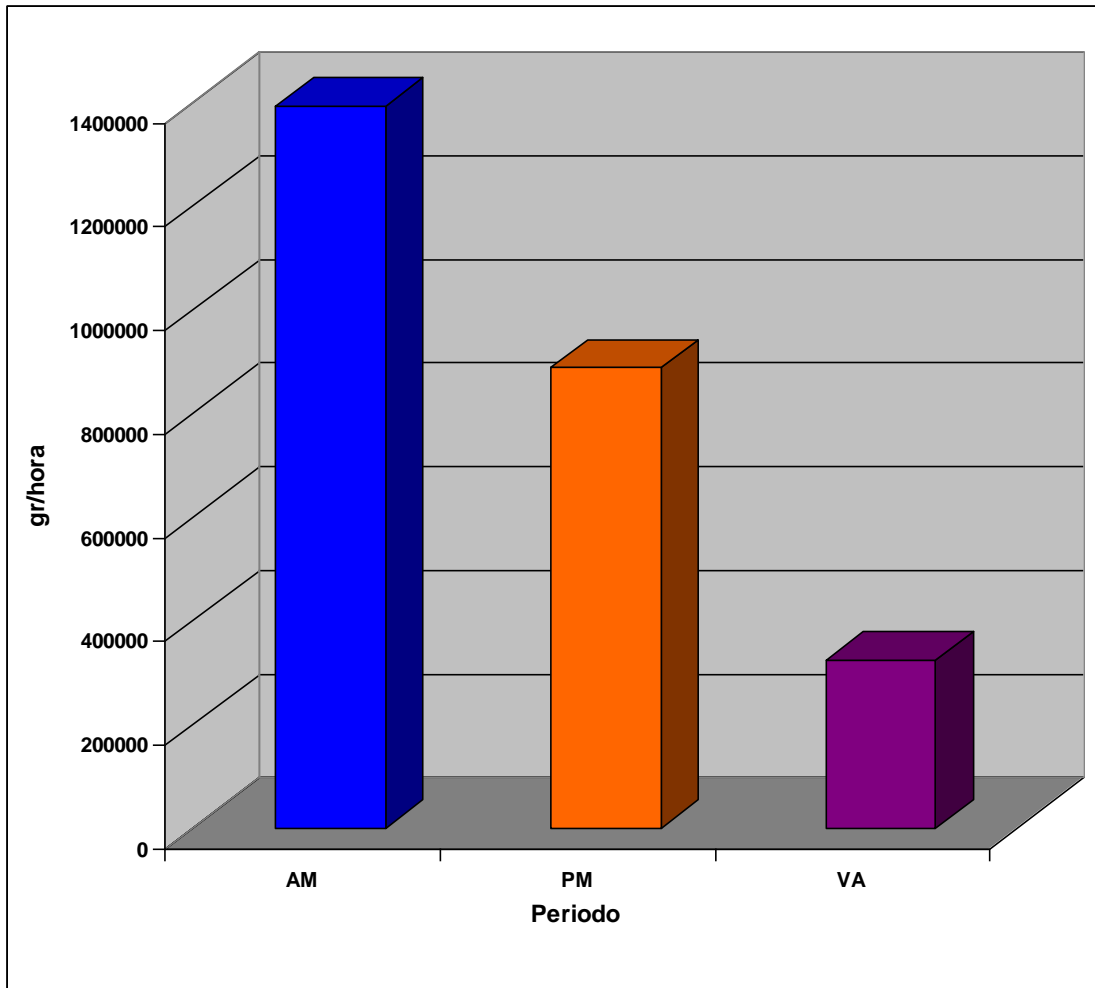
RESULTADOS DE EMISION TOTAL POR CONTAMINANTE



Según los resultados anteriores se demuestra que el mayor contaminante es el monóxido de carbono con 3883 kg.

FIGURA 5.13

RESULTADOS DE EMISION TOTAL POR PERIODO



La figura 5.13 nos demuestra que la mayor emisión de contaminantes analizados en este proyecto por el tráfico vehicular se lo realiza en la hora pico am de 07:00 a 09:00.

En cuanto a los resultados obtenidos en los datos de concentración, se distribuye en los mapas la información en cada segmento de vía tomando la norma establecida como indicador, de esta manera se evidencian zonas sobre la norma y bajo la misma, que está calculada para los tres contaminantes en un día promedio. A continuación en la tabla 5.9 se describen los sectores con valores sobre la norma.

TABLA 5.9

RESULTADOS DE DISTRIBUCION DE CONCENTRACION

CONTAMINANTE	DESCRIPCION
CO	Se observa exceso de concentración en el sector del trébol, Eloy Alfaro y Diego de Vásquez, redondel de el Inca. Los resultados indican mayor concentración en el sector norte en un 60% y centro sur con un 40%.
HC	Con exceso de contaminación en toda la ciudad se refleja una distribución 60% norte y 40% sur al igual que el anterior. En el norte se presenta en la avenida América, Prensa, Eloy Alfaro, Galo Plaza, en el sector centro sur, esta en la calle Venezuela, Guayaquil, Sucre, 5 de junio, trébol, Ambato.
NOx	El porcentaje se mantiene, añadiendo al sur al sector de la Necochea y Tejar.

5.6 USUARIOS DEL MODELO

Para definir a los usuarios del modelo se debe tomar en consideración el objetivo principal del estudio, enfocando este proyecto para la toma de decisiones dentro de la entidad municipal, ya que se ha elaborado un acceso de fácil uso para quien ingrese al sistema y pueda revisar los datos obtenidos.

Para el proceso de actualización se recomienda calificar a ingenieros geógrafos, en sistemas o planificadores que sepan acceder a la información en el software arc view y puedan actualizar bajo los parámetros determinados las bases de datos originales, además gracias al apoyo obtenido por Corpaire y con afán de que la información aquí obtenida sea actualizada los archivos del estudio se encuentran en las oficinas de UREMMAQ para que los resultados sean discutidos y a futuro difundidos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El análisis de emisión de los diferentes contaminantes nos da como resultado que el monóxido de carbono emitido por los vehículos ligeros a gasolina mayoritariamente refleja el 54% del total de emisiones, seguido por los óxidos de nitrógeno generados en su mayoría por buses y vehículos pesados con un 36% y por último los hidrocarburos con 9%.
- El periodo con mayor emisión es la hora pico am con un 39%, seguido del 36% de la hora valle y el 24% del pico pm, esto se debe al tránsito de vehículos pesados que refleja el modelo de tráfico.
- Los datos que representan las emisiones tienen directa relación con la congestión vehicular en las diferentes horas pico, estos resultados varían dependiendo de la distribución de cada segmento de vía, por lo que en el sector norte vía a Nayón y la panamericana aumenta en sus valores de emisión y se los descarta para el análisis ya que la distancia sobrepasa los ocho kilómetros afectando al resultado final.
- Analizando al monóxido de carbono se observa que la mayor emisión se representa en el sector norte de la ciudad, aumentando esta cifra en el periodo pm, los niveles de concentración reflejan exceso en sectores del Inca, Diego de Vásquez, Eloy Alfaro, Amazonas y Trébol.
- Las emisiones de óxidos de nitrógeno se mantiene en valores medios, la distribución tiende al sector norte en la mañana, sin embargo en la hora pico am, se incrementan sus valores.
- La metodología de recolección de datos, base del Modelo de Trafico, no es apropiada para la estimación del tamaño del parque automotor en la ciudad, debido a que no es específica para este proyecto sino

ha sido adaptada de varios estudios realizados en diferentes periodos de tiempo y a diferentes niveles.

- Para el cálculo del Modelo de Emisiones se usaron factores pertenecientes a la ciudad de México, debido a su similitud tanto en condiciones mecánicas como atmosféricas, dando resultados coherentes pero no totalmente confiables.
- La información recolectada para este proyecto contiene deficiencias con respecto al conjunto de motos. Al analizar los resultados obtenidos es necesaria la inclusión de este elemento debido a su tamaño y representatividad.
- El cálculo de concentración se realiza para ubicar zonas con valores sobre la norma, actuando como un indicador, ya que el modelo no contempla factores determinantes en el transporte de contaminantes como las condiciones meteorológicas.

RECOMENDACIONES

- Para obtener la distribución real del parque automotor se recomienda partir con un censo vehicular extenso en las zonas representativas de la ciudad, trabajo que debería realizarse en conjunto con el Municipio y Policía Nacional.
- Se recomienda realizar el análisis y comparación de los factores de emisión utilizados para su aplicación en nuestro entorno y de ser necesario obtener valores propios que permitan un manejo de datos reales y con mayor precisión.
- En un Modelo de Emisiones influyen una gran cantidad de variables que por su complejidad y disponibilidad no han sido incluidas en este proyecto. Tanto la variable relativa a Pendientes como semaforización influyen en el nivel de emisión de motores por lo que se recomienda el generar información respecto a estos temas y analizar la forma de que sean incluidos dentro del calculo final.
- Para obtener una base de datos íntegra y confiable, se recomienda el incluir la información del parque de motos en el Modelo de distribución de tráfico.

- Aunque los datos generados representan a los del informe de Corpaire, se sugiere revisar el estudio de las estaciones de monitoreo para ubicarlos en sectores mas representativos y vulnerables en la ciudad.
- El tema de la calidad del aire en la ciudad, es sin duda alguna complejo, se recomienda concienciar a la ciudadanía para empezar a erradicar los problemas tanto de congestión como de contaminación atmosférica, las medidas deben comenzar por financiar investigaciones para conocer la situación real en la capital, mientras tanto regular la circulación mediante actividades conjuntas con empresas, sectores públicos, educativos para lograr un consenso en la circulación automotriz, además de mejorar la atención y servicio dentro del sector de transporte público.
- Se recomienda el uso de dispositivos de control en los automotores, para mejorar la combustión.