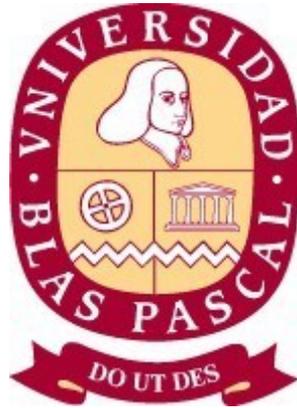


Universidad Blas Pascal
Licenciatura en Gestión Ambiental



Trabajo Final de Carrera

Inventario de emisiones de gases de efecto
invernadero y contaminantes de las fuentes
móviles en la ciudad de Villa Carlos Paz

Autores

Bianco, Anahi

Savanco, Marina

Urquiza, Josefina

Director: Sebastián Diez

Asesor: Alberto Ferral

Asesora metodológica: Díaz Goldfarb, María del Carmen

2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Seba que desde el primer minuto nos brindó todo su apoyo y conocimiento; no sólo en los temas relacionados a la tesis, sino siendo nuestro profesor, ayudándonos a rendir finales, cocinándonos, bancándonos nuestras crisis siempre con optimismo, incentivándonos y brindándonos los medios para presentar el trabajo en congresos y charlas haciéndonos crecer como profesionales y personas. Además de director de tesis, siempre fue un integrante más del grupo y se terminó convirtiendo en nuestro amigo. Sin dudas, el mejor director que nos pudo haber tocado: este trabajo final es de los cuatro.

A la Municipalidad de Villa Carlos Paz y la ONG ADARSA por darnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, brindándonos la información y los recursos necesarios.

A la Universidad por las herramientas brindadas a lo largo de los años de cursado y por facilitar el convenio con la Municipalidad.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a nuestras familias y amigos por apoyarnos y bancarnos siempre, alegrándose a la par nuestra por cada avance y logro alcanzado. Gracias por acompañarnos todos estos años y por su constante motivación.

RESUMEN

La siguiente investigación consistió en realizar un estudio sobre los gases contaminantes para estimar el inventario de emisiones de la flota vehicular en la ciudad de Villa Carlos Paz con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de los contaminantes atmosféricos.

Para llevar a cabo el siguiente estudio se utilizó la metodología propuesta por el Modelo IVE (International Vehicle Emissions), el cual consiste en recolectar datos sobre las características de la flota vehicular local mediante encuestas, filmaciones y la evaluación de los patrones de conducción.

En base a los resultados, se concluyó que la flota vehicular de la ciudad, en comparación a otras ciudades de mayor envergadura, genera menores emisiones. Sin embargo, en cuanto a las emisiones per cápita, las cuales son elevadas a diferencia de las otras ciudades, se afirma que Villa Carlos Paz es una localidad que presenta dos características importantes: por un lado, existe un constante flujo vehicular debido a que es el centro turístico más importante de la provincia de Córdoba y uno de los más importantes del país; y por otro lado, se estima que existe un automóvil cada 3 habitantes por lo cual se podría suponer que se trata de una ciudad de clase media-alta.

Como medida preventiva para evitar que la ciudad alcance altos niveles de contaminación atmosférica y a su vez lograr una movilidad urbana sustentable, se propuso implementar lineamientos de gestión referidos a desarrollar el transporte no motorizado, incentivar el transporte público masivo y disuadir el transporte motorizado.

Palabras Claves: transporte, cambio climático, contaminación atmosférica, modelo IVE, movilidad urbana sustentable.

ABSTRACT

The following investigation consisted of carrying a study on atmospheric pollutants estimating the inventory of emissions of the vehicle fleet in the city of Villa Carlos Paz, in order to generate necessary guidelines to eradicate the problem and then achieve an effective reduction of atmospheric pollutants

In order to carry out the study, it was used the methodology proposed by Model IVE (International Vehicle Emissions Model) which consists of collecting data on the characteristics of the local vehicle fleet through surveys, videos and the evaluation of driving patterns.

Based on the results, it is concluded that the city's fleet of vehicles generates lower emissions than bigger cities. However, taking into account the per capita emissions which are higher than in cities, it is stated that Villa Carlos Paz is a locality that presents two important characteristics: On the one hand, there is a constant flow of vehicles because it is the most important tourist center of the province of Cordoba and one of the most important in the country; on the other hand, it is affirmed that there is one car per 3 inhabitants, for which one could infer that it is a city of upper-middle class.

As a preventive measure to prevent the city from reaching high levels of air pollution and at the same time achieving sustainable urban mobility, it was proposed to implement management guidelines related to the development of non-motorized transport, encourage public transport and discourage motorized transport.

Key Words: Transport, Climate change, atmospheric pollution, IVE Model, Sustainable urban mobility

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	14
2. DISEÑO METODOLÓGICO	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1 Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico sobre la ciudad de Villa Carlos Paz	19
3.1.1 Localización de la ciudad	19
3.1.2 Características ambientales.....	20
3.1.3 Características socioeconómicas	29
3.2 Estudio exploratorio de carácter bibliográfico referido a las fuentes móviles y a los gases contaminantes emitidos por éstas.....	38
3.2.1 Contaminantes atmosféricos	38
3.2.2 Tecnologías vehiculares	49
3.3 Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico de la flota vehicular terrestre de la ciudad de Villa Carlos Paz.....	63
3.3.1 Características del transporte nacional.....	63
3.3.2 Movilidad urbana de VCP	64
3.3.3 Estructura vial de VCP	78
3.4 Estimación de las emisiones de GEI y otros contaminantes atmosféricos producidos por las fuentes móviles	81
3.4.1 Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares.	81
3.4.2 Inventario de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos de la flota vehicular.....	96
3.5 Estudio descriptivo de la legislación y normativa que rige a las emisiones vehiculares a nivel nacional, provincial y municipal	105
3.5.1 Normativa Nacional.	105
3.5.4 Normativa Provincial.....	114
3.5.5 Normativa Municipal.....	115

3.6 Lineamientos de gestión para proponer un Plan de Movilidad Urbana Sustentable con el fin de mitigar las emisiones producidas por las fuentes móviles y mejorar el transporte en la ciudad.....	118
3.6.1 Movilidad urbana sustentable	118
4. CONCLUSIONES	129
5. BIBLIOGRAFÍA	132
6. ANEXOS	136
6.1 Recorridos de las líneas colectivos en VCP	136
6.2 Estudio del flujo vehicular.	137
6.3 Encuesta "Ciclos de Encendido y Apagado del Motor del Vehículo"	139
6.4 Encuesta "Tecnología vehicular"	141
6.4.1 Encuesta tecnología vehicular: Motos.....	141
6.4.2 Encuesta tecnología vehicular: Autos/ Remises / Taxis.....	142
6.4.3 Encuesta tecnología vehicular: Camiones / Colectivo	143
6.5 Archivos de entrada para el modelo IVE	144
6.5.1 Archivo Localidad.....	144
6.5.2 Archivo Flota	150

Índice de Imágenes

Imagen 3.1 Localización de VCP - Fuente: Google Earth (2016).....	19
Imagen 3.2 Relieve de la ciudad de Villa Carlos Paz (planicie, pedemonte, ladera y cumbre) - Fuente: CPUA (2015)	21
Imagen 3.3 Geología de las Sierras Chicas de Córdoba en la zona de VCP - Fuente: UNC (2011).....	22
Imagen 3.4 Ubicación relativa y accesos a la cuenca del Río San Antonio y comunas del sur de Punilla - Fuente: Fundación, Educación y Trabajo (2011).....	25
Imagen 3.5 Espacios verdes de la ciudad - Fuente: CPUA (2015).....	27
Imagen 3.6 Distribución de la densidad poblacional - Fuente: CPUA (2015).....	31
Imagen 3.7 Distribución porcentual según nivel socioeconómico de la población - Fuente: CPUA (2015).....	32

Imagen 3.8 Usos del suelo de VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014)	37
Imagen 3.9 Proceso de emisión de contaminantes en vehículos automotores (emisiones evaporativas y de escape) - Fuente: INE - SEMARNAT (2015)	49
Imagen 3.10 Composición de un motor de combustión interna - Fuente: FITSA (2008)	50
Imagen 3.11 Distribución de la flota circulante por provincia y por región - Fuente: AFAC (2015).....	65
Imagen 3.12 Utilitario - Fuente: FIAT (2017).....	69
Imagen 3.13 Vehículos de pasajeros - Fuente: Renault (2017).....	70
Imagen 3.14 Vehículo todo terreno - Fuente: Jeep (2017).....	70
Imagen 3.15 Camioneta - Fuente: Toyota (2017).....	70
Imagen 3.16 Peatonal de VCP en temporada alta - Fuente: La Voz del Interior (2015)	77
Imagen 3.17 Costanera del Lago de VCP - Fuente: La Voz del Interior (2015).....	78
Imagen 3.18 Plano de VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014).....	79
Imagen 3.19 Micro-región de VCP - Fuente: elaboración propia con datos provistos de la Municipalidad de VCP (2014).....	80
Imagen 3.20 División de la ciudad por zonas - Fuente: elaboración propia (2017).....	83
Imagen 3.21 Mapa de VCP con las intersecciones donde se realizaron las filmaciones - Fuente: elaboración propia (2017).....	87
Imagen 3.22 Filmaciones en las calles de VCP - Fuente: elaboración propia (2016)....	88
Imagen 3.23 Modelos de bicicarga - Fuente: UNITAR (2016).....	121
Imagen 3.24 Ejemplos de carriles exclusivos - Fuente: Ente de Movilidad de Rosario (2016).....	123
Imagen 3.25 Pirámide de Movilidad Urbana - Fuente: UNITAR (2016).....	126
Imagen 6.1 Pestaña: Input Location - Fuente: elaboración propia (2017).....	145
Imagen 6.2 Pestaña Input Activity - Fuente: Elaboración propia (2017)	145
Imagen 6.3 Input Location - Fuente: elaboración propia (2017).....	146
Imagen 6.4 Speed Analysis - Fuente: elaboración propia (2017).....	148
Imagen 6.5 Recorrido del camión obtenido con la VAM - Fuente: elaboración propia (2017).....	149
Imagen 6.6 Resumen Location - Fuente: elaboración propia (2017)	149

Índice de tablas

Tabla 3.1 PCG de los Gases de Efecto Invernadero	41
Tabla 3.2 Contaminantes primarios y secundarios producidos por el transporte	45
Tabla 3.3 Composición actual de las naftas en Argentina	51
Tabla 3.4 Composición actual de las naftas en Argentina	53
Tabla 3.5 Comparación carburador - MPFI	57
Tabla 3.6 Evolución de la tecnología vehicular de GNC	58
Tabla 3.7 Resumen de las tecnologías vehiculares según cada tipo de vehículo	62
Tabla 3.8 Clasificación de la movilidad urbana de VCP	65
Tabla 3.9 Flota circulante de VCP	66
Tabla 3.10 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para autos particulares	84
Tabla 3.11 Detalle de campaña de conducción de taxis y remises	85
Tabla 3.12 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para colectivos	85
Tabla 3.13 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para camiones	86
Tabla 3.14 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para motos	86
Tabla 3.15 Categorías de SOAK para patrones de partidas en el modelo IVE	91
Tabla 3.16 Emisiones en frío y en caliente	100
Tabla 3.17 Variación de las emisiones mensuales en base al flujo vehicular	101
Tabla 3.18 Emisiones anuales por vehículos	102
Tabla 3.19 CO ₂ eq	103
Tabla 3.20 Comparación de emisiones totales y per cápita	104
Tabla 3.21 Límites de gases de escape de vehículos livianos	107
Tabla 3.22 Límites de gases de escape de vehículos pasados a diésel	108
Tabla 3.23 Aplicación de Normas EURO en Argentina	110
Tabla 3.24 Especificaciones técnicas de la nafta y diésel	111
Tabla 3.25 Especificaciones técnicas de los combustibles	112
Tabla 3.26 Ley de Biocombustibles	113
Tabla 3.27 Ventajas de los biocombustibles	113
Tabla 6.1 Información requerida por el archivo Localdiad	144
Tabla 6.2 Other info	147

Tabla 6.3 SOAK Category	148
Tabla 6.4 Características de la flota.....	150

Índice de Figuras

Figura 3.1 Precipitaciones medias mensuales (mm) - Fuente: elaboración propia en base a datos del Servicio Metereologico Nacional (2015)	23
Figura 3.2 Temperatura media mensual (°C) - Fuente: elaboración propia en base a datos del Servicio Metereológico Nacional (2015)	24
Figura 3.3 Crecimiento poblacional - Fuente: elaboración propia en base a datos del CPUA (2016).....	30
Figura 3.4 Composición relativa de las ventas declaradas en VCP - Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de VCP (2016)	34
Figura 3.5 Total de emisiones de GEI por volumen (izq) y total de emisiones ajustadas con su PCG (der) - Fuente EPA (2017)	42
Figura 3.6 Gases emitidos por la combustión completa e incompleta - Fuente: elaboración propia en base a datos de la Universidad de San Francisco de Quito.....	48
Figura 3.7 Composición de la flota vehicular de la ciudad de VCP - Fuente: elaboración propia en base a datos provistos por la Municipalidad de VCP (2017).....	66
Figura 3.8 Cantidad de camiones según el peso - Fuente: elaboración propia en base al Registro Municipal (2016)	68
Figura 3.9 Tipo y cantidad de combustible utilizado en VCP - Fuente: elaboración propia en base a encuestas y base de datos (2017).....	71
Figura 3.10 Edad del parque automotor de VCP - Fuente: elaboración propia en base a registros de la Municipalidad e VCP (2014)	72
Figura 3.11 Cantidad de colectivos registrados por año en la ciudad - Fuente: elaboración propia con datos provistos por la Municipalidad (2014)	74
Figura 3.12 Tránsito mensual registrado en el peaje Córdoba - VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014).....	75
Figura 3.13 Períodos SOAK en función del tiempo y temperatura - Fuente: elaboración propia (2017)	90
Figura 3.14 Variación del flujo vehicular por hora - Fuente: elaboración propia (2017)	93
Figura 3.15 Tiempo de uso de los automóviles - Fuente: elaboración propia (2017)	94
Figura 3.16 Tiempo sin uso - Fuente: elaboración propia (2017)	94

Figura 3.17 Tiempo de uso - Fuente: elaboración propia (2017)	95
Figura 3.18 Emisiones por hora en autos particulares - Fuente: elaboración propia (2017)	97
Figura 3.19 Emisiones por hora de motos - Fuente: elaboración propia (2017)	98
Figura 3.20 Emisiones por hora de taxis y remises - Fuente: elaboración propia (2017)	98
Figura 3.21 Emisiones por hora de colectivos - Fuente: elaboración propia (2017)	99
Figura 3.22 Emisiones por hora de camiones - Fuente: elaboración propia (2017)	100
Figura 3.23 Emisiones anuales por vehículo - Fuente: elaboración propia (2017)	102
Figura 3.24 CO ₂ eq - Fuente: elaboración propia (2017).....	103
Figura 3.25 Descripción de las tecnologías de vehículos a nafta según normativa EURO - Fuente: European Union Law (2015)	117
Figura 3.26 Descripción de las tecnologías de vehículos a nafta según normativa EURO - Fuente: European Union Law (2015)	117
Figura 3.27 Composición de la flota vehicular de VCP - Fuente: elaboración propia (2017).....	119

SIGLAS

2T: dos tiempos	O ₃ : Ozono
4T: cuatro tiempos	Pb: Partículas de Plomo
AFAC: Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes T	PBG: Producto Bruto Geográfico
CAFECAM: camara Argentina de Fabricantes de Motovehículos.	PCG: Potencial de Calentamiento Global
cc: centímetros cúbicos	PCV: Sistema de ventilación positiva del cárter
CH ₄ : Metano	PM _{0.1} : partículas con menos de 0.1 micrones de diámetro
CO: Monóxido de Carbono	PM ₁₀ : partículas con menos de 10 micrones de diámetro
CO ₂ : Dióxido de Carbono	PMI: Punto muerto inferior
COV: Compuestos Orgánicos Volátiles	PMS: punto muerto superior
CPUA: Consejo de Planificación Ambiental	PMU: Plan de Movilidad Urbana
EGR: Sistemas de recirculación parcial de los gases de escape	RAMCC: Red de Municipios frente al Cambio Climático
EPA: Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos	SMN: Servicio Meteorológico Nacional
GEI: Gases de Efecto Invernadero	SO ₂ : Dixido de Azufre
GNC: Gas Comprimido Natural	SO ₃ : Trióxido de Azufre
HC: Hidrocarburo	SO _x : Óxidos de Azufre
IVE: Internacional de Emisiones Vehiculares	SPFI: Inyección de combustible monopunto
Kg: Kilogramos	TM: transporte motorizado
MP: Móaterial Particulado	TNM: transporte no motorizado
Mts: Metros	Ton: toneladas
N ₂ O: Óxido Nitroso	TPM: Transporte Público Masivo
NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas	UNC: Universidad Nacional de Córdoba
NO: Óxido Nítrico	UV: Ultra violeta
NO ₂ : Dióxido de Nitrógeno	VAM: Monitores de Actividad Vehicular - Vehicle Activity Monitor
NO _x : Óxidos de Nitrógeno	VCP: Villa Carlos Paz

1. INTRODUCCIÓN

La evidencia científica en torno al impacto de las actividades humanas sobre el cambio climático ha aumentado significativamente en los últimos años, lo que ha abonado la tesis que sostiene la necesidad de adoptar medidas de reducción en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Aguilar, Bouzas, & Molinari, 2015). El crecimiento de la población y su tendencia a concentrarse en ciudades es uno de los factores más importantes que propician la cuarta quinta parte de emisión de gases que aumentan la temperatura global del planeta, y que dan lugar al llamado “efecto invernadero”. El proceso de urbanización y las actividades económicas asociadas a él, como la industria, la generación de electricidad o el transporte, crean en diferentes grados prácticamente todos los tipos de GEIs (Aguilar, 2007)

Diversos estudios afirman que las fuentes móviles son los principales responsables del empeoramiento de la calidad del aire y el aumento de los GEIs en zonas urbanas. En este estudio se busca evaluar la calidad del aire respecto a las emisiones de la flota vehicular de Villa Carlos Paz (VCP) ya que el rubro transporte, si bien no es uno de los sectores más significativos según la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, podemos estimar que en VCP es la principal fuente de contaminación del aire en relación con los otros sectores emisores.

En base a la problemática analizada el objetivo de este trabajo fue realizar un estudio sobre los gases contaminantes estimando el inventario de emisiones de la flota vehicular en la ciudad de Villa Carlos Paz con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de las emisiones de los contaminantes atmosféricos.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

1) *Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico sobre la ciudad de Villa Carlos Paz*

- Unidad de análisis: Villa Carlos Paz
- Variables:
 - Características ambientales
 - Geología y geomorfología
 - Clima
 - Hidrografía
 - Cobertura vegetal
 - Problemas ambientales
 - Características socio-económicas
 - Demografía
 - Estratificación social
 - Actividades económicas
 - Usos del suelo
- Técnica: se realizó un análisis y descripción de las variables utilizando mapas y estudios geológicos, documentos que contengan datos estadísticos, censales y encuestas.

Para ello se utilizaron, entre otros, las siguientes bibliografías y registros:

- Municipalidad de Villa Carlos Paz y UNC, 2011.
- Municipio de Villa Carlos Paz - Dirección General de estadísticas y censos, 2008.
- Concejo de Planificación Urbano Ambiental, 2015.

2) *Estudio exploratorio de carácter bibliográfico referido a las fuentes móviles y a los gases contaminantes emitidos por éstas.*

Se recolectó información referida a los tipos de gases, sus efectos, antecedentes, entre otros aspectos relacionados a la problemática. Además se analizaron las tecnologías vehiculares y los diferentes tipos de combustibles, teniendo en cuenta las distintas emisiones producidas por éstos y su evolución en el tiempo. Para llevarlo a cabo se utilizaron diferentes documentos bibliográficos, estudios y registros:

- IPCC, 2002.
- Aguilar, Bouzas, Molinari, 2010.

- Conde-Álvarez y Saldaña-Zorrilla, 2007
 - UNITAR, 2016
 - Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT), 2005.
 - Cámara Argentina de Biocombustibles, 2015
- 3) *Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico de la flota vehicular terrestre de la ciudad de Villa Carlos Paz.*
- Unidad de análisis: Flota Vehicular
 - Variables:
 - Tipo: motorizado y no motorizado.
 - Características: publico/privado y carga/pasajeros.
 - Cantidad y distribución.
 - Variación según la época del año
 - Técnica: se realizó un análisis y descripción de variables utilizando datos provistos por la Municipalidad, Registro del Automotor, Ministerio de Energía y Minería, entre otros.

Se complementó con información obtenida de los siguientes autores:

- Giraldo Amaya, 2005.
- AFAC, 2015.
- Banco de Desarrollo de América Latina, 2011
- Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial (UTN), 2005.

4) *Estimación de las emisiones de GEI y otros contaminantes atmosféricos producidos por las fuentes móviles.*

Este objetivo se llevó a cabo en cuatro etapas:

A. Primera etapa: campaña de medición para conocer el patrón de conducción de la flota vehicular: se estableció un circuito determinado para cada vehículo (automóviles particulares, taxi, buses, motos y camiones medianos) el cual se recorrió en un periodo de tiempo establecido donde se evaluó el patrón de conducción utilizando un GPS.

B. Segunda etapa: estudio del flujo vehicular: se utilizaron cámaras de video para efectuar las mediciones, en diferentes sectores de la ciudad, durante un período de tiempo establecido. Esta actividad generó información sobre el número y tipo de vehículos que circulan por las diferentes vías de la ciudad.

C. Tercera etapa: encuestas: se realizaron dos tipos de encuestas a propietarios de vehículos:

- *Encuesta "Ciclos de Encendido y Apagado del Motor del Vehículo"*, para automóviles particulares donde se recolectó información sobre las características del vehículo (marca, patente, año) y el número de veces que se enciende y apaga el motor durante el día, para determinar el patrón de la actividad de conducción y de esta forma desarrollar el inventario de emisiones de fuentes.
- *Encuesta para fuentes móviles aplicado a toda la flota vehicular* donde se recolectó información de los mismos, tales como modelo, tipo de combustible, kilometraje, cilindraje, presencia de equipos de control de emisiones (convertidor catalítico), el estado de mantenimiento del vehículo, entre otras variables.

D. Cuarta etapa: estimación de las emisiones mediante el modelo IVE: una vez que se realizó la campaña de medición se llevó a cabo el procesamiento de la información recolectada en campo. Secundariamente se recolectó información adicional necesaria como características meteorológicas de la ciudad (temperatura y humedad) para ingresar en el modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) y obtener las estimaciones de emisiones.

5) Estudio descriptivo de la legislación y normativa que rige a las emisiones vehiculares a nivel nacional, provincial y municipal.

Además del marco nacional, provincial y municipal se tuvo en cuenta las resoluciones correspondientes a la unidad de control y se recopiló y analizó los informes y comunicados de distintos órganos provinciales y locales referidos a la problemática en cuestión.

- Leyes Nacionales:
 - Ley de tránsito N° 24449
 - Ley de biocombustibles N° 26093
- Leyes Provinciales
 - Ley Provincial de Tránsito N° 8560
- Ordenanzas Municipales:
 - RAMCC N°5759
 - Servicio de taxis N° 4740
 - Servicio de colectivos N° 492

6) *Lineamientos de gestión para proponer un Plan de Movilidad Urbana Sustentable con el fin de mitigar las emisiones producidas por las fuentes móviles y mejorar el transporte en la ciudad.*

A su vez se buscó abordar desde la gestión ambiental una acción sistémica e integral de la problemática teniendo en cuenta los aspectos sociales, ambientales y económicos. Los lineamientos mencionados incluyen medidas preventivas de gestión enfocadas en el desarrollo del transporte no motorizado, incentivo del transporte público masivo y disuación el transporte motorizado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico sobre la ciudad de Villa Carlos Paz

En el siguiente capítulo se realizará un análisis y descripción de las características ambientales y socioeconómicas de la ciudad con la idea de presentar las particularidades del lugar de estudio. Esto servirá de base para llevar a cabo correctamente la estimación del inventario de emisiones y para aplicar adecuadas medidas de gestión considerando las características específicas de VCP.

3.1.1 Localización de la ciudad

La ciudad de VCP se encuentra al noroeste de la provincia de Córdoba, y al sur del Valle de Punilla. Geográficamente se ubica entre 31° 25' de latitud sur y los 64° 31' de longitud oeste en la pedanía San Roque perteneciente al departamento Punilla. La altura de la ciudad oscila entre los 645 y 700 metros sobre el nivel del mar.

Esta localidad se asienta sobre un valle que constituye una depresión estructural alargada en sentido norte-sur, entre de las Sierras Chicas al este (1200 msnm) y las Sierras Grandes al oeste (2000 msnm), la cual pertenece a la región del bosque chaqueño serrano.

El ejido municipal de VCP es de 2703 hectáreas ubicándose linealmente sobre el valle del río San Antonio. La mancha urbana se estructura en base a dos ejes viales



Imagen 3.1 Localización de VCP - Fuente: Google Earthh (2016)

fundamentales: el constituido por el acceso desde Córdoba Capital por la Ruta N° 20

(ubicada a 36 km de VCP) que luego comunica a VCP con las comunas y municipios del sur de Punilla a través de la Ruta N° 14, y la bifurcación de ésta, que bordeando el área central de la ciudad en forma de “U”, la vincula por la Ruta N° 38 con el resto del Valle de Punilla.

Además de formar parte de la región metropolitana de Córdoba y la región de Punilla, VCP es el centro polarizador de su micro-región, la cual presenta tres ejes de desarrollo formados por comunas y municipios que presentan problemáticas comunes, además de una base natural, recursos paisajísticos y ambientales compartidos. (Municipalidad de VCP, 2009).

3.1.2 Características ambientales

Geomorfología

Según el “Estudio del Área Protegida Carlos Paz” realizado por el Centro de Vinculación Laboratorio de Geotecnia (UNC, 2011) la geomorfología de la ciudad de VCP fue condicionada hace unos 65 millones de años, en la era Cenozoica, por los movimientos andinos. Como parte de la tectónica regional que generó la Cordillera de los Andes, se produjo la elevación de las sierras pampeanas y, con ellas, la del bloque de las sierras chicas, perteneciente a la unidad sierras pampeanas de Córdoba.

El fallamiento de la sierra chica, su ascenso y los fenómenos erosivos y de deposición, condicionados por el tipo de clima, han sido los factores decisivos de la geoforma general y actuales del relieve de la ciudad. La estructura de la sierra posee una morfología asimétrica con pendientes occidentales pronunciadas y orientales tendidas, y según dicho estudio, pueden considerarse cuatro clases de relieve en la ciudad:

Pedemonte: a partir de la ruptura de la pendiente general de la planicie y hacia el este, se extiende el pedemonte de la sierra, un borde inclinado cuyo límite acompaña el desarrollo de las estribaciones de sierra propiamente dicha. Su superficie es plana, pero con una inclinación visible desde la sierra. La litología es similar a la planicie, pero con materiales más gruesos como gravas y arenas.

Planicie: así se designa al llano donde se encuentra la mayor parte de la urbanización de la ciudad. Tiene un relieve plano en general, aunque surcado por bajos transversales que son los antiguos desagües de la sierra. En cuanto a la litología del subsuelo, se trata de detritos aluviales de acarreo, más finos en superficie y más gruesos en profundidad, y siempre más finos a mayor distancia de la montaña.

Planicie: así se designa al llano donde se encuentra la mayor parte de la urbanización de la ciudad. Tiene un relieve plano en general, aunque surcado por bajos transversales que son los antiguos desagües de la sierra. En cuanto a la litología del subsuelo, se trata de detritos aluviales de acarreo, más finos en superficie y más gruesos en profundidad, y siempre más finos a mayor distancia de la montaña.

Ladera: es el declive de las sierras de la ciudad; en general, se trata de pequeños cordones transversales a la dirección principal de la sierra. Las pendientes son muy pronunciadas y dan lugar a valles “en V”, cerrados y con vertientes laterales con la pendiente de equilibrio en su base.

Sector cumbrial: se incluyen aquí las cumbres, no sólo de la divisoria principal de aguas sino las de los cordones transversales que dan lugar a los valles de las laderas ya descriptos.



Imagen 3.2 Relieve de la ciudad de Villa Carlos Paz (planicie, pedemonte, ladera y cumbre) - Fuente: CPUA (2015)

Geología local

Litológicamente, VCP está constituida por el basamento cristalino (rocas ígneas, granitoideas y rocas metamórficas, gneises); estas rocas ocupan el 75% de la superficie y presentan una cubierta sedimentaria compuesta de rellenos aluvionales y coluvionales del cuaternario. En este sector, las sierras chicas conforman una unidad morfoestructural, definida al oeste por la mega-falla de punilla (segmento de la falla de las sierras chicas) y al este por la falla de La Calera. Ambas estructuras determinan los resaltos topográficos notables que explican la proyección de los derrames sedimentarios ocurridos sobre ambos márgenes de la sierra (CPUA, 2015).

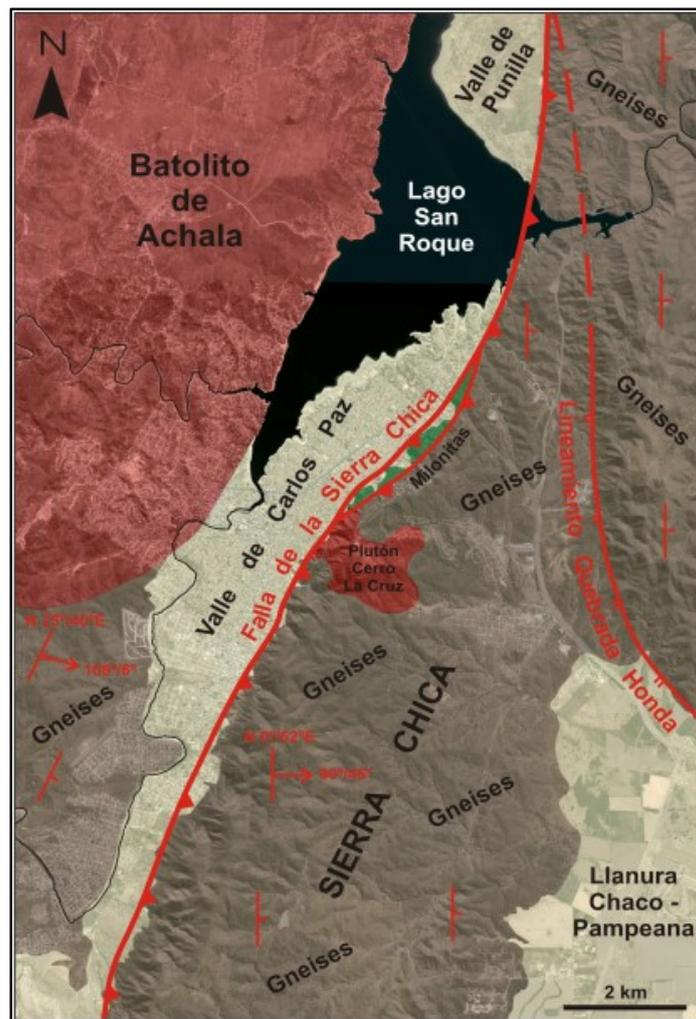


Imagen 3.3 Geología de las Sierras Chicas de Córdoba en la zona de VCP - Fuente: UNC (2011)

A la altura de VCP, se reconoce un relleno sedimentario donde se asienta la población y hacia el oeste se encuentra sub-aflorando el granito del batolito de Achala. Este bloque de basamento está constituido mayoritariamente por gneises biotíticos granatíferos, en

parte fuertemente clorizados que presentan cierto bandeado en partes claras y oscuras. (UNC, 2011).

Clima

Según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la región se caracteriza por un clima templado con variaciones generadas por el relieve serrano presentando las siguientes características climáticas:

Precipitaciones La zona presenta un valor promedio de precipitación anual de aproximadamente 750 mm. En verano, se produce un fenómeno regional sobre las sierras caracterizado por la presencia de tormentas convectivas, eléctricas, con nubes de desarrollo vertical de ciclo extremadamente rápido; ésto da lugar a que casi el 80% de la precipitación anual se produzca entre los meses del semestre cálido, desde octubre hasta marzo, las cuales se caracterizan por ser torrenciales de elevada intensidad y de baja duración.

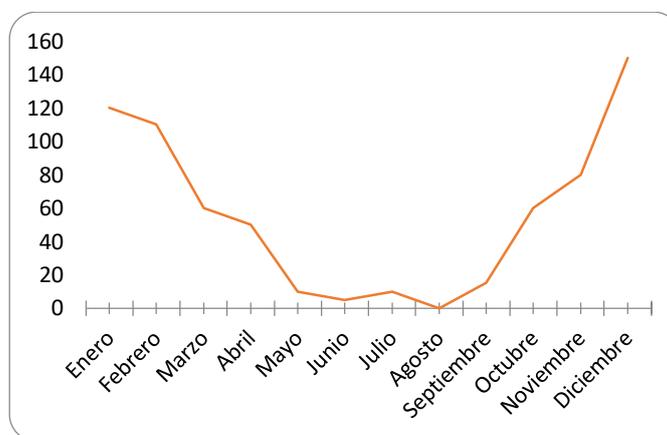


Figura 3.1 Precipitaciones medias mensuales (mm) - Fuente: elaboración propia en base a datos del Servicio Meteorológico Nacional (2015)

Temperaturas: la temperatura media anual es de 16,6°C, con valores extremos de temperatura media mensual máxima cercana a los 26°C correspondiente al mes de enero, y valores de temperatura media mensual mínima cercana a los 12°C para los meses de junio, julio y agosto. Además, la amplitud térmica media anual es de 13,4°C y el periodo libre de heladas se extiende desde la segunda quincena de septiembre hasta la primera quincena de mayo. (SMN, 2015)

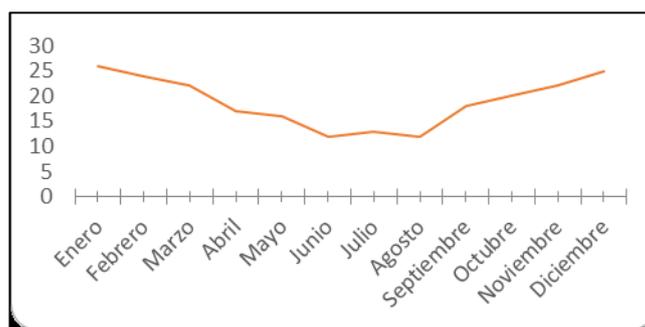


Figura 3.2 Temperatura media mensual (°C) - Fuente: elaboración propia en base a datos del Servicio Meteorológico Nacional (2015)

Vientos: Los vientos tienen un predominio de dirección norte-sur, siempre modificados por el relieve y la estación del año. A partir del mes de septiembre, y durante la estación de verano, predominan las masas de aire desde el norte, las cuales son cálidas y húmedas. Durante la época más fría, predominan los vientos del oeste que, por lo general, son masas de aire frío que se desplazan en dirección norte-sur como frentes fríos y son los que producen tormentas frontales. (SMN, 2015)

Hidrografía

Según el estudio “Mitigación de la Amenaza por Inundaciones Repentinas en las Comunas del Sur de Punilla” realizado por Instituto Nacional del Agua (2006), el área de asentamiento de la ciudad de VCP corresponde a la cuenca de recepción del río San Antonio que conjuntamente con el río Cosquín, los arroyos Los Chorrillos y Las Mojarras, integran la Cuenca Alta del río Primero o Suquía, componente éste del sistema endorreico de la laguna de Mar Chiquita. La cuenca se ubica dentro de los sistemas hidrológicos típicos: posee fuertes pendientes, un final bien definido, clara divisoria de aguas, baja permeabilidad y altos índices de escorrentía.

A su vez, las pendientes naturales en la cuenca del río San Antonio conforman tres subcuencas: subcuenca del río Cajón (119,32 km²), subcuenca del río Icho Cruz (208,75 km²), y la subcuenca del río San Antonio propiamente dicha (187,5 km²). Las tres subcuencas tienen afluentes tributarios secundarios y de carácter semipermanente.

Las subcuencas del río Cajón y del río Icho Cruz, después de recibir las aguas de sus afluentes tributarios y al abandonar el núcleo de la Sierra, confluyen, dando lugar al río San Antonio, el que se desarrolla con menor pendiente desde los 960 msnm hasta la

desembocadura en el Lago San Roque. Este río atraviesa la ciudad de VCP en su eje longitudinal (S/N) arrastrando un caudal promedio de 5000 l/s, el cual se duplica durante el verano.

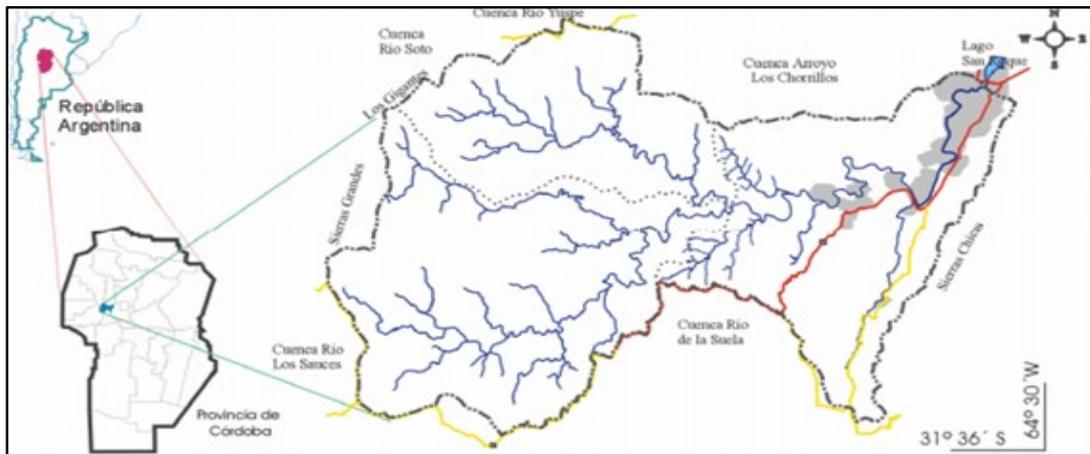


Imagen 3.4 Ubicación relativa y accesos a la cuenca del Río San Antonio y comunas del sur de Punilla - Fuente: Fundación, Educación y Trabajo (2011)

Al igual que todas las cuencas de montaña de las sierras de Córdoba, el sistema de drenaje presenta un diseño relacionado a la naturaleza y estructura geológica. La morfología de la región le otorga una muy baja permeabilidad a la cuenca, y en consecuencia, una alta densidad de drenaje ($1,88 \text{ km/km}^2$) y frecuencia de ríos ($2,6 \text{ ríos por km}^2$). Esto sumado a las fuertes pendientes naturales, conjuntamente a la insuficiente cobertura de vegetación natural y la ocurrencia de tormentas convectivas severas por el efecto orográfico, predisponen al sistema hidrológico a una fuerte tendencia a la generación de crecientes repentinas.

Durante el verano, el agua precipitada constituye el mayor volumen escurrido; en cambio, en los meses secos, los ríos descargan el agua subterránea almacenada por los excesos de las lluvias de verano, siendo julio y agosto los meses en que se registran los menores caudales (Instituto Nacional del Agua, 2006)

Cobertura vegetal

Las variaciones en altitud, desde las lomadas menores hasta las cumbres mayores, determina la presencia de pisos de vegetación, entre los que se individualizan en forma ascendente: los pastizales, el romerillo o arbusto y el bosque serrano. Su existencia, amplitud y elevación está condicionada por otros factores como la latitud, orientación geográfica, biología de la dispersión, naturaleza del suelo, relieve y clima en general, y por la intervención de otros factores tales como la tala de bosques y el fuego.

Los incendios, las actividades extractivas, el sobrepastoreo, las prácticas agrícolas, el desarrollo de la actividad turística y el avance de la urbanización, son responsables de cambios en la composición florística, en la fisionomía del paisaje original, como así también de la pérdida de especies vegetales; y de esta manera, han conducido a un deterioro marcado de la vegetación original y a la reducción de la superficie y riqueza florística de la zona (UNC, 2011).

En lo que respecta a los espacios verdes de la ciudad, éstos se pueden clasificar en función de los usos recreativos a escala urbana, sectorial y barrial:

- La escala barrial comprende el sistema de plazas que acompañan las diferentes urbanizaciones. Estas plazas como espacios públicos se encuentran dispersas en el trazado urbano, presentando poca articulación e integración entre sí y con la estructura de conjunto.
- A escala sectorial-urbana los principales usos recreativos se desarrollan en relación al sistema del río-lago, a través de los balnearios del río San Antonio, arroyo Los Chorrillos y el Paseo de la Costa del lago San Roque (alrededor de 100 ha.) de jurisdicción provincial que constituyen verdaderos sistemas verdes lineales. El aporte de estos espacios como servicios ambientales, paisajísticos y oferta de uso público resulta más que importante.
- La escala urbana incluye los espacios verdes de las áreas de protección de laderas, cuyo uso está condicionado a brindar los servicios ambientales del bosque serrano implantado sobre ésta. La superficie del área de protección equivale a un cuarto de la superficie del ejido actual. Aunque gran parte de esta superficie es de propiedad privada, su aporte como servicios ambientales de la ciudad es muy importante (Municipalidad de VCP, 2015).

En base al censo 2010 y a la superficie actual del ejido de VCP, adoptando como espacio verde municipal el asignado a plazas (una superficie equivalente a 218 ha.), se obtiene un valor promedio de 32 m² de verde por habitante. Sin embargo, muchas de las superficies destinadas a espacios verdes en las urbanizaciones en proceso de consolidación se encuentran poco accesibles o usurpadas, dada la creciente demanda habitacional (CPUA, 2015). La vegetación cumple un importante rol en la definición del clima de la zona donde se desarrolla la ciudad, así como también protege a los suelos de la erosión y define el ciclo hidrológico en lo referido a la intercepción de las precipitaciones, la regulación de

la escorrentía y la infiltración. Esto tiene relación directa con la erosión y con las crecidas repentinas e inundaciones, ya que por verse disminuido este efecto regulador, aumenta la escorrentía y disminuye la infiltración reduciendo la retención de agua necesaria para temporada de sequías.

A su vez, los espacios verdes dentro de la ciudad, cumplen un rol muy importante ya que producen numerosos beneficios como la descontaminación del aire fijando el polvo y el humo, mitigación de ruidos y la oxigenación del aire mediante la fijación del dióxido de carbono (CO₂) emitido por actividades urbanas como el transporte. Por otro lado, además de refrescar el ambiente, los espacios verdes mejoran el paisaje de la ciudad, beneficiando a la actividad turística e incrementando la calidad de vida de los ciudadanos (CPUA, 2014). Según un artículo publicado en la revista *Ambienta*, por Carlos Priego González de Canales (2011), los resultados de diversos estudios han permitido establecer una asociación entre la disminución del estrés y la mejora de la salud física de los residentes urbanos con la presencia de arbolado en sus barriadas. Tales estudios han demostrado que los vecinos que viven rodeados de paisajes con árboles y vegetación tienen una percepción positiva respecto a las zonas verdes de la ciudad, presentando estados fisiológicos más distendidos que aquellos que viven en entornos sin naturaleza.

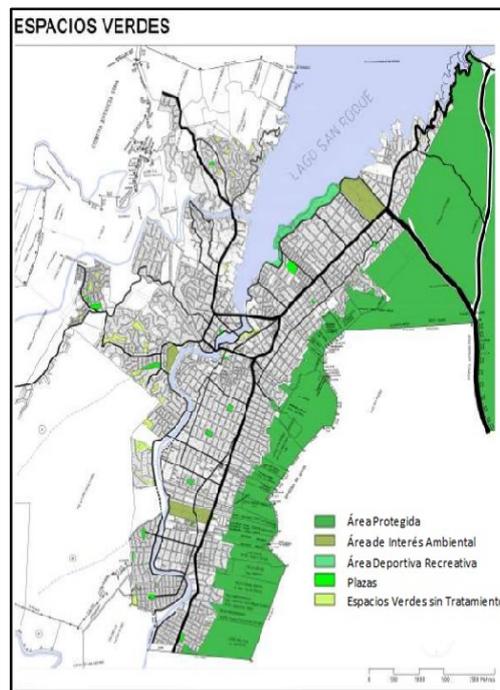


Imagen 3.5 Espacios verdes de la ciudad - Fuente: CPUA (2015)

Problemas ambientales

La ciudad de VCP, presenta riesgos ambientales comunes tanto al Valle de Punilla en su conjunto, como su micro-región. Teniendo en cuenta que la principal actividad económica de la ciudad es el turismo, el cuidado del ambiente resulta la principal limitante para el resto de las actividades a desarrollar, es por ello que la preservación ambiental o incluso el mejoramiento de la calidad ambiental y paisajística deben ser preceptos ineludibles en la planificación de las actividades.

Entre los impactos más importantes podemos mencionar:

Impacto en el suelo y la vegetación: como consecuencia del avance de la urbanización y los incendios, se produce la remoción de la vegetación de las laderas de las montañas y la erosión de las mismas, incidiendo negativamente sobre el clima y el paisaje. Este proceso además ha afectado la ocupación de los canales de escurrimiento naturales, produciendo la deforestación del territorio, la erosión laminar del suelo, con la consecuente pérdida de fertilidad, y sedimentación de materiales arrastrados hacia las terrazas bajas, afectando el mantenimiento de calles, playas y bordes del embalse. Además, se ven afectados los ecosistemas y por lo tanto la vida de flora y fauna locales.

Contaminación de los cursos de agua y el embalse: si bien parte del territorio más densamente poblado de la ciudad de VCP actualmente cuenta con cloacas, la falta de este servicio en la totalidad del ejido urbano produce un significativo aporte de nutrientes al lago, lo que genera un proceso de eutrofización que incide sobre las características químicas y bacteriológicas del agua, sus posibilidades de uso, su potabilización, sumado a los efectos sobre los peces, el aire, el suelo y el paisaje. En la zona no servida, se emplean métodos de tratamiento de efluentes cloacales individuales mediante sistemas convencionales de pozos y/o sangrías, pero dadas las características del suelo de alta impermeabilidad, se aumenta la contaminación de los cursos de agua y el embalse

Impacto en el paisaje: como consecuencia de los procesos citados anteriormente, producidos por la extensión de la urbanización y su densificación, la implantación de la urbanización bordeando el lago San Roque, y el avance sobre las laderas de las montañas, se ve afectado el paisaje de la ciudad, uno de sus principales atractivos turísticos.

Contaminación del aire: particularmente las emisiones provenientes de los vehículos a motor, y los ocasionales incendios de campos son las fuentes principales de contaminación del aire.

Contaminación visual: el desorden en el tráfico, la saturación con cartelería e iluminación y el cableado aéreo de servicios complementarios de teléfono y cable son particularmente notables en las vías principales de circulación y en la zona periurbana. En algunos sitios en particular, se observa la ausencia de arbolado, su mal estado sanitario y la falta de cuidado en cuanto a una poda oportuna y racional. La deficiente mantención de veredas y frentes de viviendas, lotes baldíos, corralones y depósitos se destacan en este rubro.

Contaminación visual del paisaje natural: La presencia de áreas espontáneas de deposición de basuras en las áreas periurbanas, mala mantención de los terrenos baldíos y las intervenciones particulares ilegales y desordenadas, son un problema en ciertos puntos de la ciudad y de su periferia.

Contaminación sonora: En particular se refiere al tema del tráfico desordenado y en gran escala, especialmente en las temporadas de vacaciones, agravado por la propagación sonora publicitaria en vehículos y las emisiones al exterior de ruidos en los establecimientos recreativos (CPUA, 2015).

3.1.3 Características socioeconómicas

Demografía

Según el censo realizado por el gobierno de la provincia de Córdoba en el año 2008, la ciudad registra un total de 56454 personas en el municipio de VCP; mientras que el censo nacional de 2010 arrojó un total de 62423 habitantes. Sin embargo, en el momento de la realización de ambos conteos persistía la indefinición respecto al ejido municipal, lo que tiñe a estos resultados de cierta incertidumbre. Otro dato demográfico más actualizado, es suministrado por el Registro Civil local, el cual arroja una cantidad de población para la ciudad de 86306 habitantes para el año 2014.

Como se puede observar, hay grandes disparidades entre los datos de las distintas entidades, es por ello que la Municipalidad de VCP se vio obligada a elaborar una proyección con base en la tendencia del crecimiento histórica, combinada con la tasa de

crecimiento anual promedio de los últimos 39 años, fijando dicho dato en 82515 habitantes.

De esta manera, a partir de la información suministrada por las diferentes entidades, VCP se coloca como la ciudad más importante del departamento Punilla, y como una de las más pobladas de la provincia de Córdoba (Municipalidad de VCP 2015).

El proceso de urbanización, derivado del incremento de la población que se ha llevado a cabo en la ciudad en los últimos años, ha ido generando una presión sobre las áreas naturales como los faldeos, costas del río y perillago. Como ejemplo se puede mencionar que en el año 1960, la población era de 6102 habitantes y fue incrementándose hasta alcanzar los 57384 habitantes en el año 2001.

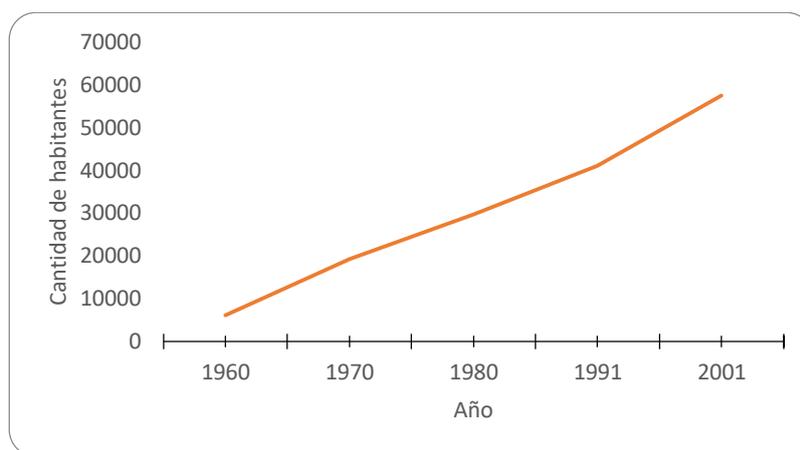


Figura 3.3 Crecimiento poblacional - Fuente: elaboración propia en base a datos del CPUA (2016)

En base a proyecciones de crecimiento realizadas por la Municipalidad de VCP, se estima que la ciudad tiene densidad bruta promedio de 30,5 hab/ha; y a su vez, podemos mencionar que la población se encuentra asentada de forma dispersa a lo largo de la ciudad, la cual tiende a asentarse según la existencia o no de zonas con servicios e infraestructura (CPUA, 2015).

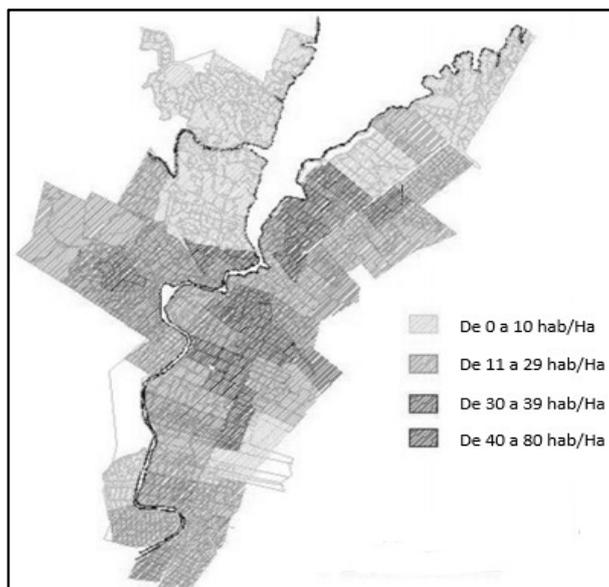


Imagen 3.6 Distribución de la densidad poblacional - Fuente: CUPA (2015)

Estratificación social

Según datos del censo provincial 2008, el porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en la ciudad de VCP es de 7,3%. El 4,7% de los hogares tienen al menos una NBI en la que el hacinamiento es la característica más presente con un 3,2% de hogares, lo que equivale a 3475 personas que sufren esa condición.

Según un estudio, en base a los datos del censo provincial 2008, se pudo extraer información sobre niveles de pobreza por NBI desocupación y analfabetismo. Con esta información el municipio pudo localizar los sectores con altos índices de pobreza, los cuales se localizan al oeste de la ciudad en el barrio Colinas, al igual que en el sur de la ciudad (en las calles Brasil, Nicaragua y Torricelli). Por otro lado las zonas que colindan con dichas áreas también tienen niveles de pobreza elevados: al oeste de la ciudad (parte del barrio La Quinta 1° Sección) y al sur (parte de los barrios El Canal, Los Algarrobos y Miguel Muñoz B) (Municipalidad de VCP, 2015).

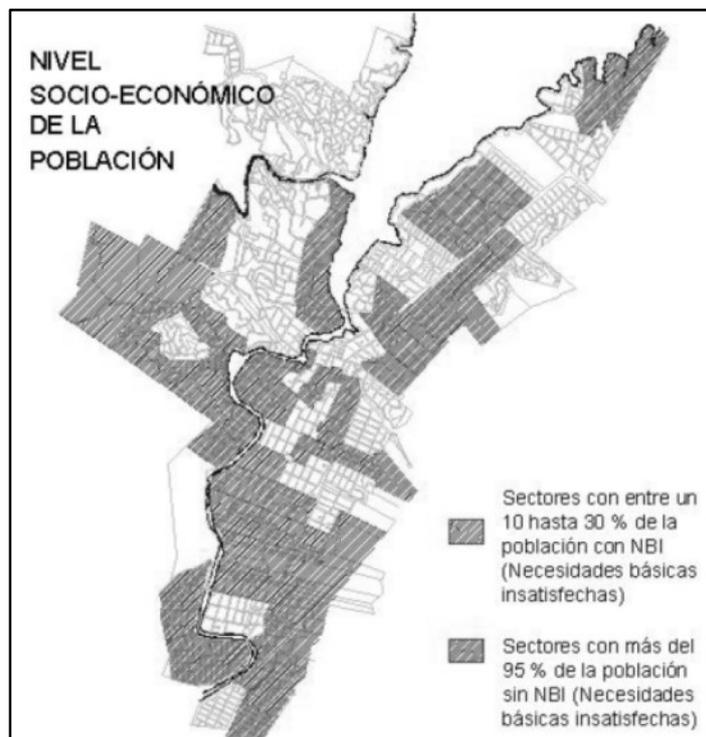


Imagen 3.7 Distribución porcentual según nivel socioeconómico de la población - Fuente: CPUA (2015)

Actividades económicas

Según la Municipalidad de VCP, en el año 2013 la ciudad presentó un Producto Bruto Geográfico (PBG) de 2472 millones de pesos. A su vez es el principal actor económico del departamento Punilla, y su actividad económica principal es el turismo, por lo que las principales fuentes de empleo están orientadas en ese sentido. Además, la ciudad es el centro turístico más importante de la provincia de Córdoba y uno de los más importantes del país.

Sector primario: Actividades agropecuarias, pesca y minería

Las tierras donde se localiza la ciudad, según la estimación del INTA, tiene un índice de productividad muy bajo, es decir que por sus condiciones naturales, la capacidad agrícola de las mismas es casi nula. Los suelos de este ambiente presentan limitantes naturales especialmente referidas a los siguientes aspectos: escaso desarrollo genético, presencia de roca dura a escasa profundidad, excesivo drenaje, paisajes con fuerte gradiente de pendiente, abundante pedregosidad, susceptibilidad a la erosión hídrica y capacidad productiva baja. Estos suelos poco profundos, limitan el desarrollo radicular, presentan una composición granulométrica gruesa (arenas y fragmentos gruesos) lo cual condiciona su baja fertilidad natural y baja retención de humedad. En conclusión, los principales

limitantes para el uso y manejo de las tierras son las fuertes pendientes y la consecuente susceptibilidad a la erosión hídrica, y por lo tanto, estas tierras no tienen aptitud para actividades agropecuarias.

Otra actividad productiva para la cual el suelo si es apto, es la minería. Los minerales factibles de ser explotados en la región son el cuarzo, feldespatos y rocas para molienda para la construcción y en menor grado mármoles para molienda. Sin embargo, la escasa presencia de cateos y denuncias mineras en la zona evidencia un bajo interés en este tipo de emprendimientos.

Por lo tanto, el papel atribuido al Sector Primario es casi nulo dado que las actividades de producción agrícola-ganadera, pesca, así como las extractivas (mineras), no conforman un conjunto de significativa importancia en la economía local, con un valor bruto de ventas de 11789993 de pesos, las cuales representan el 0.39% de la economía local (CPUA, 2015)

Sector secundario: Actividades industriales

Este sector representa el 10.16% de la economía local, e incluye los rubros de industrias manufactureras, la construcción y la producción y distribución de gas, agua y energía eléctrica. La actividad de la industria de la construcción ha sido intensa en la última década, por lo que se presenta como una actividad económica importante. Sin embargo, para su desarrollo es necesaria la disponibilidad de suelo urbano o urbanizable, no sólo para emprendimientos comerciales, sino fundamentalmente para satisfacer demandas habitacionales. En este aspecto, es necesario tener en cuenta en la visión económica de la ciudad, la escasa oferta o disponibilidad de suelo urbano, no sólo para vivienda sino también para la localización de otras actividades productivas (CPUA, 2014).

Sector terciario: Actividad turística

Este sector es el motor de la economía de VCP ya que es el principal generador de valor agregado y de empleo en esta economía. Su participación total en el PBG fue de 89.45%, y su valor bruto de ventas registró 2857700000 de pesos (CPUA, 2014). Por tratarse de una localidad turística, muchas veces las inversiones o las políticas van dirigidas a la mejora de las condiciones de prestación de servicios e infraestructuras turísticos, que se constituyen en la principal base económica de la ciudad.

El PBG, como lo ha sido en la mayor parte de su historia, tiene un predominio indiscutible del sector terciario por encima del sector industrial y del sector primario. El sector de

servicios concentra la mayor parte de la actividad en los rubros hotelería, gastronomía, comercio al por mayor y menor y servicios inmobiliarios (todos ellos íntimamente ligados a su actividad económica principal, el turismo). Estos sectores, en conjunto, reúnen más de la mitad de la producción local.

El evidente perfil turístico de la ciudad y de la región se funda también en una estructura económico-productiva acorde. La oferta paisajística fue y es hoy la principal motivación para el turista: el paisaje de VCP tiene un alto valor estético que implica un interés turístico derivado de la calidad del bosque serrano, de las visuales generadas a partir de las pendientes de las sierras chicas, el lago artificial, sus prestaciones y la calidad de la infraestructura. Su ubicación geográfica estratégica, como ciudad cercana a otros variados puntos de interés turísticos de la provincia y su cercanía con la ciudad capital la beneficia en lo que se refiere a la recepción de visitantes, un mercado cercano al millón y medio de personas.

Así, se trata de uno de los principales destinos turísticos nacional: hoy es una de las ciudades con mayor índice de edificación anual y un total de plazas habilitadas formalmente para alojamiento cercano a las 20000 (UNC, 2011).

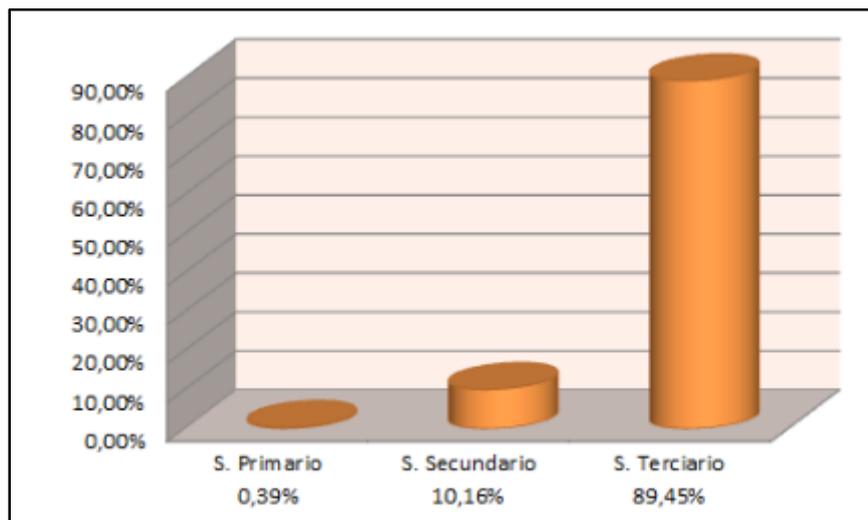


Figura 3.4 Composición relativa de las ventas declaradas en VCP - Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de VCP (2016)

Usos del suelo

El concepto de uso del suelo implica la distribución espacial de la tierra para fines específicos urbanos tales como localización de viviendas, comercio, industria, entre otras tipologías de usos, con el fin de lograr una adecuada planificación del territorio actual y

futura. Las prácticas de uso del suelo varían de manera considerable en diferentes partes del mundo, al igual que las formas de clasificarlas. En el caso de VCP, podemos distinguir cinco zonas o usos del suelo:

Uso Residencial

A grandes rasgos, podemos decir que la mayor parte de la superficie de la ciudad de VCP está asociada a actividades residenciales, distribuyéndose en mayor o menor grado por todo el ejido urbano con diferentes niveles de densidad poblacional. Teniendo en cuenta la cantidad de habitantes por hectárea, se observan situaciones de marcada diferencia debido a los distintos tipos de viviendas existentes: por un lado, están las viviendas chalet, tradicionales, cercanas al centro; y, por otro lado, existen las viviendas de la población estacional ubicadas en las laderas de las montañas, con lotes más amplios, dando como resultado menores densidades de ocupación.

Uso comercial

En segundo lugar, luego de los usos residenciales, predominan las actividades comerciales, las cuales se localizan principalmente en la zona centro y en los corredores más importantes. El sector de servicios concentra la mayor parte de la actividad en los rubros hotelería, gastronomía, comercio al por mayor y menor y servicios inmobiliarios, todos ellos íntimamente ligados a la actividad económica principal de la ciudad, el turismo.

Uso Institucional

El uso institucional abarca la municipalidad, terminal de ómnibus, policía, hospitales, escuelas, entre otras instituciones encargadas de brindar servicios públicos. Si bien estas entidades predominan en el centro de la ciudad, algunas de éstas se encuentran distribuidas a lo largo del ejido urbano tales como las escuelas y hospitales.

Uso recreacional (Espacios verdes)

Estos espacios incluyen diferentes categorías, donde podemos mencionar:

- Áreas de protección ambiental: comprende el faldeo occidental de las sierras chicas que está regulado como áreas de protección ubicados al este de la ciudad.
- Áreas de interés ambiental: representan las zonas cuya ocupación actual ha preservado la presencia del verde autóctono e implantado, conteniendo o no

edificios de valor patrimonial, distribuidos estratégicamente en diferentes sectores de la ciudad

- Áreas o sitios de interés patrimonial: estas se encuentran dispersos en toda la mancha urbana y consisten en edificaciones o monumentos de interés patrimonial, arquitectónico y/o histórico para la ciudad como el Parque Estancia La Quinta, Castillo de Furt, Castillo de Zárate, Casonas de Villa Independencia, entre otras.
- Área deportivas y recreativas: Los principales usos recreativos se desarrollan en relación al sistema del río-lago, a través de los balnearios del río San Antonio, arroyo Los Chorrillos y el Paseo de la Costa del lago San Roque.
- Plazas: A escala barrial, los espacios verdes, comprende el sistema de plazas que acompañan las diferentes urbanizaciones. Estos espacios, se encuentran dispersos en el trazado urbano adoptando una superficie equivalente a 218 ha.

Uso industrial

Comprende parte de los barrios Miguel Muñoz B y Altos de San Pedro, teniendo una importante conexión con la Av. Cárcano como también con la Av. Perón. Esta zona, se encuentra configurada por la presencia de diversos usos, tales como Cementerio (al este) y asentamientos marginales sobre el río (al oeste) y diversas industrias (CPUA, 2015).

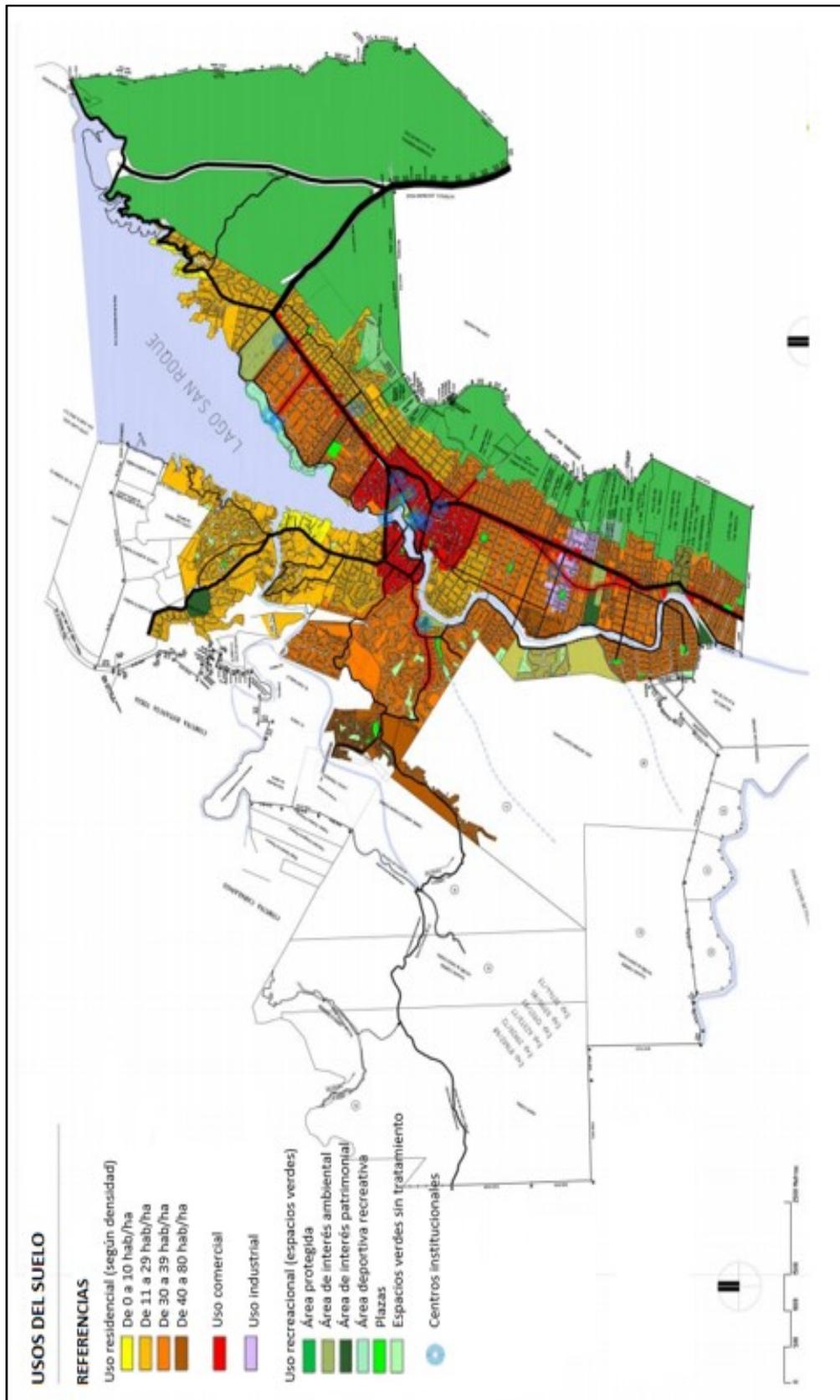


Imagen 3.8 Usos del suelo de VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014)

3.2 Estudio exploratorio de carácter bibliográfico referido a las fuentes móviles y a los gases contaminantes emitidos por éstas

En el segundo capítulo se expondrá información referida a los GEI y a las emisiones contaminantes producidas por la flota vehicular en general, abordando la problemática del transporte y su influencia en la contaminación atmosférica. Por otro lado, se explicarán las diferentes tecnologías vehiculares y su incidencia en las emisiones, tales como combustibles, tipos de motor, sistemas de alimentación y control de emisiones.

3.2.1 Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los gases y las partículas. Normalmente, los productos contaminantes se encuentran mezclados en el aire y su naturaleza es muy diversa, aunque algunos se destacan por su elevada proporción en el aire o por sus efectos. Por otra parte, muchos reaccionan entre sí o con las otras sustancias presentes en la atmósfera, como el vapor de agua, y originan nuevos contaminantes. Así diferenciamos los contaminantes primarios, emitidos directamente por una fuente, de los secundarios, producto de reacciones ulteriores. El tiempo que un contaminante permanece en el aire se conoce con el nombre de “tiempo de residencia”; este tiempo varía según el tipo de contaminante y el estado de la atmósfera. Para los gases, el tiempo de residencia depende de su capacidad de reacción, los más reactivos permanecen menos tiempo en el aire; mientras que, para las partículas, depende de su tamaño.

La concentración del particulado se expresa generalmente en microgramos de contaminante por metro cúbico de aire seco ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), y en el caso de los gases, su concentración suele expresarse más comúnmente en partes por millón (ppm). (Ambientum, 2014)

Gases de Efecto Invernadero

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los GEI son aquellos gases presentes en la atmósfera que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja remitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes, lo cual causa el efecto invernadero. Por

lo tanto, el efecto invernadero es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por los suelos y el océano, y la vuelve a irradiar a la Tierra, tras haber sido calentada por la radiación solar. Su importancia recae en que sin el efecto invernadero natural, la temperatura promedio de la superficie terrestre estaría por debajo del punto de congelamiento del agua. No obstante, su efecto beneficioso puede ser modificado por actividades humanas que aumentan la concentración en la atmósfera de muchos de los gases que lo producen (IPCC, 2007).

La concentración atmosférica natural de los GEI es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta (CRICYT, 2005). La procedencia de los mismos puede ser tanto natural como antrópica, siendo ésta última la más significativa, principalmente a partir del crecimiento industrial, desde el año 1750 (IPCC, 2015). El calentamiento global de origen antropogénico es originado principalmente por la quema de combustibles fósiles, además de la deforestación indiscriminada de bosques y otras actividades humanas, que liberan a la atmósfera grandes cantidades de GEI, lo cual tiene el potencial efecto de aumentar las temperaturas globales promedio tanto de la atmósfera como de los océanos. Los impactos de este fenómeno, derivados de la modificación extrema de las condiciones naturales del clima, generan consecuencias ambientales y sociales, perjudicando la economía, la salud y otros aspectos culturales (Rueda & García, 2015).

Para cuantificar la contribución que hace un país a la atmósfera del planeta, se realiza un inventario de emisiones de GEI en todo territorio nacional, y estos gases son regulados en base a los acuerdos y compromisos asumidos internacionalmente.

Los GEI más importantes son:

Vapor de agua

Producto de la evaporación, es el más abundante y funciona como un gas que actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones (IPCC, 2015).

Dióxido de carbono (CO₂)

Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles (ésta última es la principal fuente de emisión de GEI generadas por

la actividad humana). El CO₂ no tiene influencia directa sobre la salud humana (excepto en dosis extremadamente altas, en donde se registraron afecciones psicológicas), pero es el responsable de aproximadamente del 60% del calentamiento global de origen antropogénico a nivel mundial (Gaioli y Tarela, 2010).

Metano (CH₄)

Es un gas hidrocarburo (HC) que puede ser de origen natural, como la digestión de rumiantes, los incendios, las emisiones geológicas, la descomposición anaeróbica de vegetales en tierras húmedas (pantanos, ciénagas, humedales); o de origen antrópico como la producción de combustibles fósiles, la producción ganadera, la agricultura (en especial el cultivo de arroz) y la descomposición de los residuos orgánicos en los vertederos. Es un gas con mayor potencial de calentamiento que el CO₂, aunque menos abundante (IPCC, 2015).

Óxido nitroso (N₂O)

Es un gas invernadero que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa (IPCC, 2015).

Clorofluorcarbonos (CFC)

Son compuestos sintéticos de origen industrial que fueron utilizados en varias aplicaciones, pero actualmente están regulados en su producción y liberación a la atmósfera por el Protocolo de Montreal (1989) para evitar la destrucción de la capa de ozono. (IPCC, 2015).

Ozono (O₃)

Este compuesto, si bien es beneficioso en las capas más altas de la atmósfera, dado que evita el paso de radiaciones ultravioleta (UV), es un contaminante muy nocivo para el hombre cuando está presente en el aire que respiramos. Es producido por la reacción entre los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los HC en presencia de luz solar formando parte de lo que se conoce como smog fotoquímico. Es un compuesto muy oxidante y reactivo que además de producir daños sobre la salud de las personas, perjudica a animales y plantas. (Vasallo, 2015). Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (2016) se calcula que el O₃ troposférico añade un 16% al efecto total de calentamiento provocado por los

principales gases antropogénicos con efecto invernadero emitidos hasta hoy (IPCC, 2015).

Según un artículo publicado por la Red Ambiental de Asturias (2009), cada uno de los GEI afecta a la atmósfera en distinto grado y permanece allí durante un periodo de tiempo diferente. La medida en la que un GEI determinado contribuye al calentamiento global se define como su Potencial de Calentamiento Global (PCG), es decir mide la capacidad que tienen los diferentes gases en la retención del calor en la atmósfera.

Para hacer comparables los efectos de los diferentes gases, la incidencia de los GEI es cuantificada en equivalencia al efecto invernadero producido por la molécula de CO₂, ya que el CO₂ es la base para todos los cálculos y su PCG es medida en 1. Cuanto más alto sea el PCG que produce un gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera. Entonces podemos afirmar que cuanto más alto sean los índices de PCG en la atmósfera más rápido se producirá el cambio climático.

Tabla 3.1 PCG de los Gases de Efecto Invernadero

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	21	25	28
Nitrous oxide	N ₂ O	310	298	265

Fuente: IPCC (2016)

A modo de ejemplo, según un estudio realizado en el año 2015 por la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (EPA), podemos observar que, si tomamos el volumen de cada gas y se calcula con relación a su PCG, el impacto de los gases fluorados (que representan tan sólo el 2% de las emisiones en volumen) es mayor de lo que puede sugerir su volumen. Esa pequeña cantidad de gases fluorados es responsable del 87% del calor extra atrapado en la Tierra, lo cual tiene un impacto muy importante en el clima.

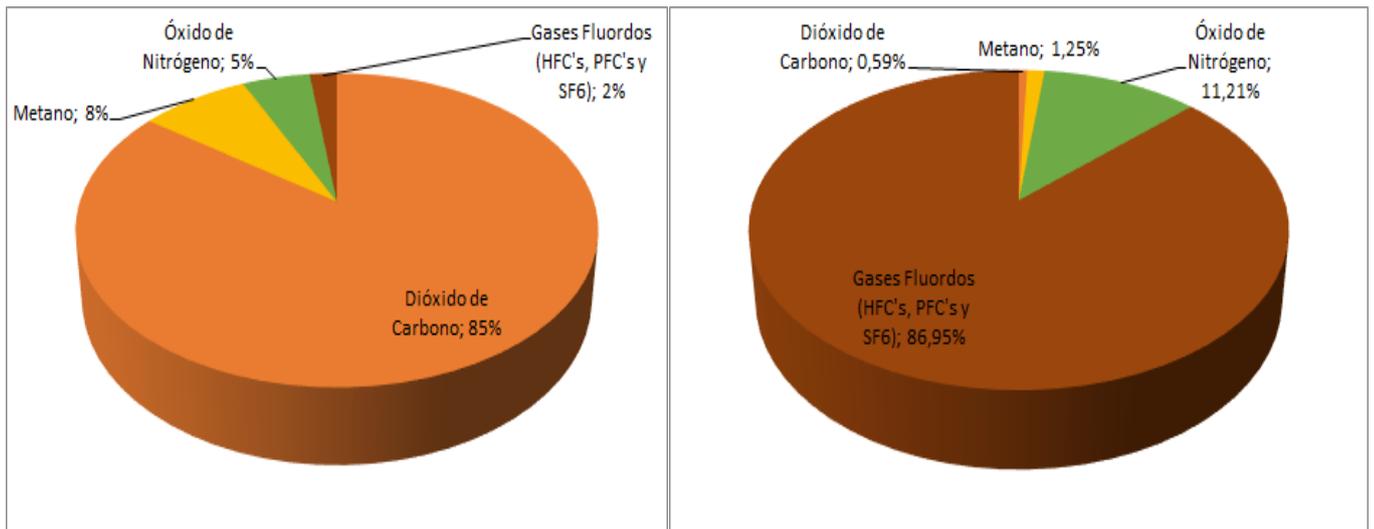


Figura 3.5 Total de emisiones de GEI por volumen (izq) y total de emisiones ajustadas con su PCG (der) - Fuente EPA (2017)

Otros contaminantes

Además de los GEI, existen otros contaminantes atmosféricos perjudiciales para el hombre y su entorno, producidos principalmente por la combustión fósil. A continuación, se explicará cuáles son estos contaminantes, sus fuentes y efectos, en base a un artículo publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA):

Material Particulado (MP)

Constituyen una compleja mezcla de sustancias orgánicas presentes en la atmósfera tanto en estado sólido en forma de partículas, como en estado líquido en forma de pequeñas gotas; comprenden gases, humo, polvo, aerosoles entre otros. El MP de origen antropogénico puede ser considerado como contaminante primario (se emite al aire como tal) o como contaminante secundario (se forma o se transforma a partir de otros contaminantes en el aire). Por ejemplo el proceso de combustión que emplean los vehículos automotores para convertir la energía química en mecánica, es responsable de gran parte de las emisiones de MP primario en las ciudades, siendo los vehículos diésel y las motocicletas con motor de dos tiempos el tipo de vehículo que tienden a liberar mayor cantidad de partículas nocivas. Pero además hay otras fuentes que emiten MP al aire, por ejemplo a partir de la quema de madera, carbón, desechos, incendios forestales, erupciones volcánicas, entre otras.

Los efectos en la salud depende de su tamaño y concentración: las partículas que más afectan la salud son las que se encuentran en el “rango respirable” (PM₁₀ y PM_{0.1}), las cuales pueden llegar hasta los pulmones y depositarse allí. Estas provocan problemas respiratorios como por ejemplo irritación de los capilares pulmonares, deficiencia pulmonar e inclusive cáncer de pulmón. Además producen daños sobre el patrimonio, como la corrosión de metales, deterioramiento de edificios, esculturas y superficies.

Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

Esta clase de contaminantes agrupa a los óxidos que se forman principalmente por la combinación entre el nitrógeno y el oxígeno del aire, a altas temperaturas en los procesos de combustión (como el empleado por los motores de combustión interna). Los componentes principales de los NO_x, son básicamente el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Otras fuentes de emisiones de NO_x son la generación de electricidad, la quema de madera y residuos, entre otras, mientras que las fuentes naturales comprenden la actividad bacteriana, la actividad volcánica y los relámpagos. Estos óxidos son precursores de la formación del Ozono (O₃), que es el mayor componente del smog fotoquímico. Entre los efectos adversos para la salud se hallan: irritación respiratoria, dolor de cabeza, enfisema pulmonar (reducción crónica de la función pulmonar), edema pulmonar, irritación de los ojos, pérdida del apetito y corrosión dentaria. A su vez los NO_x afectan la capa de ozono estratosférico y contribuyen a la formación de la lluvia ácida, que puede causar graves daños a los materiales, la vegetación, los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Monóxido de Carbono (CO)

Resulta de la oxidación incompleta de los HC, y en menor proporción, del humo del tabaco. Es un gas tóxico incoloro, inodoro e insípido extremadamente peligroso cuando se inhala en grandes concentraciones ya que tiene mayor afinidad que el oxígeno con los glóbulos rojos, por lo que el CO sustituye al oxígeno transportado en la sangre, lo cual debilita rápidamente el funcionamiento de los órganos corporales y puede conducir a la muerte. Dado que dificulta la capacidad sanguínea de transportar oxígeno, puede afectar al sistema nervioso central, ocasionando fallas en la percepción y coordinación, deterioro de la habilidad manual, lentitud en los reflejos y somnolencia, lo cual aumenta la posibilidad de accidentes de tránsito. En exposiciones intoxicantes el CO produce dolor de cabeza, sensación de debilidad, dificultades de aprendizaje, náuseas y vómitos. A su

vez la exposición a niveles muy altos de CO durante períodos prolongados ($115\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante períodos de 3 a 35 días) ocasiona daños a la vida vegetal.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Comprenden una amplia gama de sustancias entre las que figuran los HC (alcanos, alquenos y aromáticos), los halocarburos (por ejemplo, el tricloroetileno) y los hidrocarburos oxigenados (alcoholes, aldehídos y cetonas). Todos ellos son componentes orgánicos suficientemente volátiles como para existir en forma de vapores en la atmósfera en condiciones. Los HC se forman fundamentalmente a partir de la combustión incompleta y la evaporación de la gasolina (nafta). Los hidrocarburos oxigenados provienen de los gases de escape de los vehículos automotores y también se forman mediante reacciones químicas atmosféricas. Varios compuestos producen cáncer y contribuyen a la formación de contaminantes secundarios.

Partículas de plomo (Pb)

Los gases de escape de los vehículos automotores que utilizan gasolina con plomo como aditivo antidetonante, liberan partículas de plomo a la atmósfera pero es necesario destacar que en nuestro país ya no se utilizan combustibles con ese compuesto. Entre otras fuentes de plomo figuran las baterías de automóvil usadas, la producción de metales (plomo, cobre, níquel, zinc, cadmio, hierro y acero), las centrales termoeléctricas, la minería, la producción de cemento. La exposición al plomo provoca trastornos hepáticos, renales y gastrointestinales, retardo mental en los niños y anomalías en la fertilidad y el embarazo, además de ser tóxico para plantas y animales.

Óxidos de azufre (SO_x)

Son un grupo de gases compuestos por trióxido de azufre (SO₃) y dióxido de azufre (SO₂). El más común es el SO₂, ya que el SO₃ es solo un intermediario en la formación del ácido sulfúrico. El SO₂ es un gas pesado incoloro, de olor penetrante y acción irritante que proviene de la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre. La quema de carbón representa el 50% de las emisiones mundiales anuales de SO₂ (principal fuente mundial de emisiones de ese gas) mientras que la quema de petróleo y de diésel contribuyen entre el 25% y el 30%. El transporte terrestre suele ser responsable de una pequeña proporción (menos del 5%) del total de emisiones sulfurosas y la actividad volcánica es una de las fuentes naturales de SO₂. Este gas provoca problemas respiratorios como agravamiento del asma y de la bronquitis crónica, y a su vez, contribuye a la

formación de la lluvia ácida dañando materiales, ecosistemas terrestres, acuáticos y poblaciones humanas.

Contaminación atmosférica y el transporte

La contaminación del aire proviene de una mezcla de miles de fuentes de emisiones que van desde chimeneas industriales y vehículos automotores hasta el uso de productos de limpieza y pinturas domésticos. En general, las fuentes de emisión se agrupan en cuatro categorías principales: fuentes fijas, móviles, de área y naturales donde se incluyen las fuentes biogénicas y las geogénicas. A los fines de este estudio se explicarán las fuentes móviles.

Las fuentes móviles son las que pueden desplazarse en forma autónoma, emitiendo contaminantes en su trayectoria; aquí se incluye el transporte terrestre y acuático. En la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores son los principales generadores de los contaminantes atmosféricos y, la mayor parte de los sistemas de transporte actual, obtienen su energía por medio de la combustión de diversos productos lo que origina diferentes compuestos que son emitidos a la atmósfera (UNAD, 2008).

Tabla 3.2 Contaminantes primarios y secundarios producidos por el transporte

CONTAMINANTES PRIMARIOS	CONTAMINANTES SECUNDARIOS
Emisiones producidas por la quema de combustible en el motor de un vehículo	Contaminantes que se forman a partir de la reacción de las emisiones del tubo de escape entre sí o con otras sustancias de la atmósfera
<ul style="list-style-type: none"> - Material Particulado (MP) - Óxidos de Nitrógeno (NO_x) - Monóxido de Carbono (CO) - Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) - Partículas de plomo (Pb) - Óxidos de Azufre (SO_x) - Dióxido de Carbono (CO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> - Los NO_x junto con los COV forman O₃ troposférico - Las emisiones de SO_x forman lluvia ácida - NO_x, SO_x y COV, en conjunto, también forman materia particulada muy pequeña

Fuente: elaboración propia en base a datos de PINU (2017)

La proporción en que se emiten estos contaminantes depende de una serie de factores entre los que se encuentran el tipo de motor, el combustible usado y, el estado de mantenimiento del vehículo.

Desde la invención de los automóviles, el parque automotor en todo el mundo ha aumentado enormemente. Esta tendencia continuará en el futuro, ya que el volumen de la flota vehicular está estrechamente relacionado con el desarrollo económico: con el incremento de los ingresos per cápita, la cantidad de vehículos a nivel mundial también se incrementará. Pero el parque vehicular depende no sólo del nivel de riqueza, sino también de la oferta de servicios de transporte público, las limitaciones de uso del automóvil y la densidad urbana. Muchas características físicas tipifican la condición de dependencia del automóvil, como la baja densidad de vivienda, la dispersión del empleo, la zonificación enfocada a usos no mixtos del suelo, transporte público poco eficiente y la cantidad elevada de vías y zonas de estacionamientos. En este contexto, una amplia gama de problemas se deriva de la dependencia del automóvil. Según el Instituto de las Naciones Unidas para la Formación y la Investigación (2016), estos problemas incluyen:

- Impactos ambientales tales como la expansión urbana, el smog y otros contaminantes del aire que producen efectos nocivos para la salud humana y el ambiente;
- Problemas económicos, como los altos costos de la infraestructura urbana;
- Problemas sociales tales como el aislamiento en los suburbios y un deterioro en la capacidad de formar y nutrir fuertes comunidades urbanas, debido en gran parte a la pérdida del espacio público en las ciudades.

A menos que el uso del automóvil esté restringido, con progreso económico la sociedad empeorará en vez de mejorar ya que habrá: más embotellamientos, más ruido, más contaminación del aire, más problemas de salud, mayor expansión de baja densidad en la ciudad y desarrollo suburbano, más gasto público regresivo en vías y por último más construcción y mantenimiento que beneficia principalmente a los propietarios de automóviles de las clases medias altas (UNITAR, 2016).

Emisiones características de los motores de combustión interna

Los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna (ciclo Otto o Diésel) producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

Los gases de escape: las emisiones por el tubo de escape de los vehículos con motores de combustión interna son producto de la quema del combustible bajo condiciones controladas de ignición (Ciclo Otto) o compresión (Ciclo Diésel), empleando el aire ambiental como fuente de oxígeno. Los gases de escape se crean como producto de las reacciones químicas entre el oxígeno del aire y el carbón, hidrógeno, azufre, y otros compuestos oxidables del combustible; luego, finalmente vertidos al medio ambiente a través del tubo de escape, contienen una serie de contaminantes altamente tóxicos que son el resultado de una combustión incompleta, tales como HC totales no quemados, CO, MP, o los provenientes de la oxidación de las especies no combustibles presentes en la cámara de combustión (NO_x proveniente del N₂ contenido en el aire, SO_x proveniente del azufre en el combustible y lubricantes, etc.), que causan o contribuyen a la contaminación del aire local o regional. A su vez, las emisiones por el tubo de escape de vehículos automotores contienen GEI resultantes de la combustión completa de los hidrocarburos (CO₂) o generados como subproductos de la combustión (CH₄ y N₂O). Los gases de escape dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones; los vehículos más pesados o más potentes tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido. El estado de mantenimiento del vehículo y los factores operativos, la velocidad de circulación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características del combustible (como su contenido de azufre) juegan un papel determinante en las emisiones por el escape (Vasallo, 2015; Rojas, 2015).

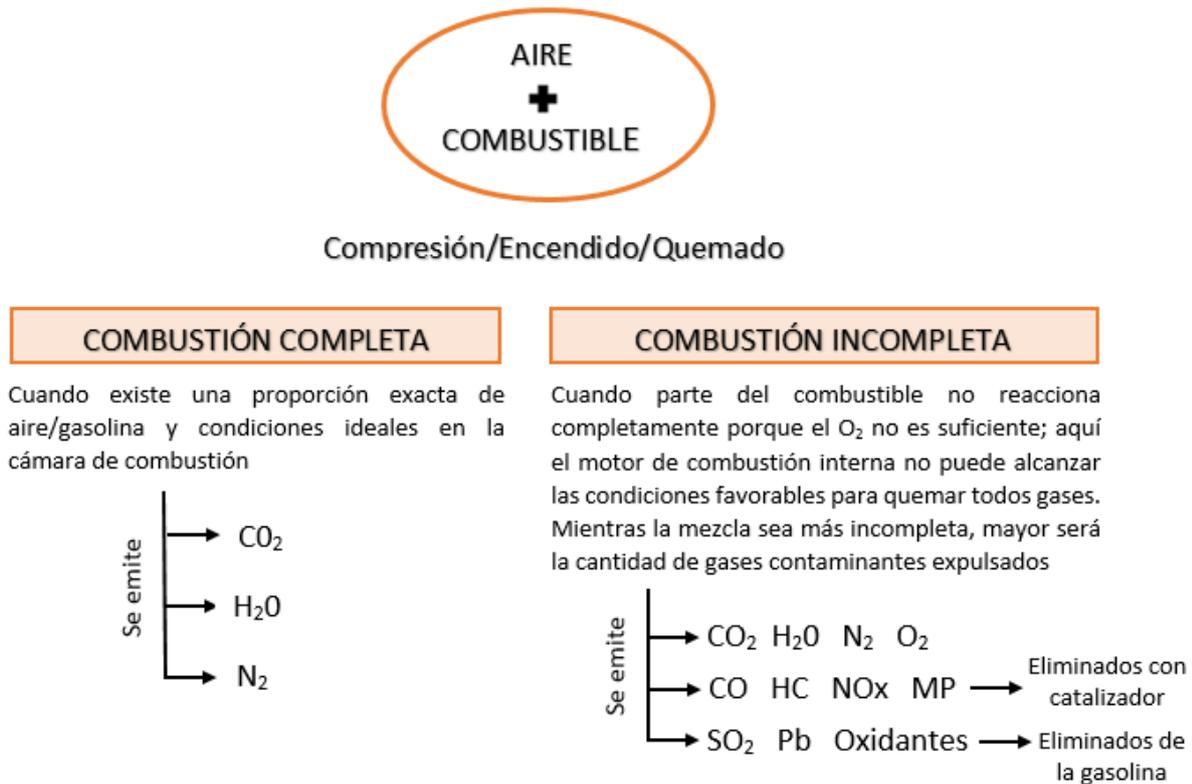


Figura 3.6 Gases emitidos por la combustión completa e incompleta - Fuente: elaboración propia en base a datos de la Universidad de San Francisco de Quito

Las emisiones evaporativas: las emisiones causadas por la evaporación de combustible pueden ocurrir cuando el motor del vehículo no está funcionando y también cuando está en circulación; su magnitud depende de las características del vehículo, factores geográficos y meteorológicos, como la altura y la temperatura ambiente y, principalmente, de la presión de vapor del combustible. La variedad de procesos por los que se presentan emisiones evaporativas en los vehículos incluye:

Emisiones evaporativas diurnas: son generadas en el sistema de alimentación de combustible debido a los cambios de temperatura durante el día.

Emisiones evaporativas del vehículo recién apagado con el motor caliente: se presentan una vez que se apaga el motor, debido a la volatilización del combustible por el calor residual.

Emisiones evaporativas en circulación: se presentan cuando el motor está en operación normal. Los ciclos de calentamiento del vehículo producidos por la marcha del motor durante un lapso de tiempo, hacen que aumente la temperatura del combustible y consecuentemente su presión de vapor en el interior del tanque de almacenamiento y circuito de alimentación al motor (ya sea por carburación o inyección) produciéndose

pérdidas de vapores de combustible cuando el sistema no está estanco o los sistemas de control de emisiones evaporativas se saturan.

Emisiones evaporativas del vehículo en reposo con el motor frío: ocurren principalmente debido a la permeabilidad de los componentes del sistema de combustible.

Emisiones evaporativas durante el proceso de recarga de combustible: consisten de fugas de vapores del tanque de combustible durante el proceso de recarga; se presentan mientras el vehículo está en las estaciones de servicio y para efectos de inventarios de emisiones, son tratadas típicamente como fuente de área. (INECC, 2009)

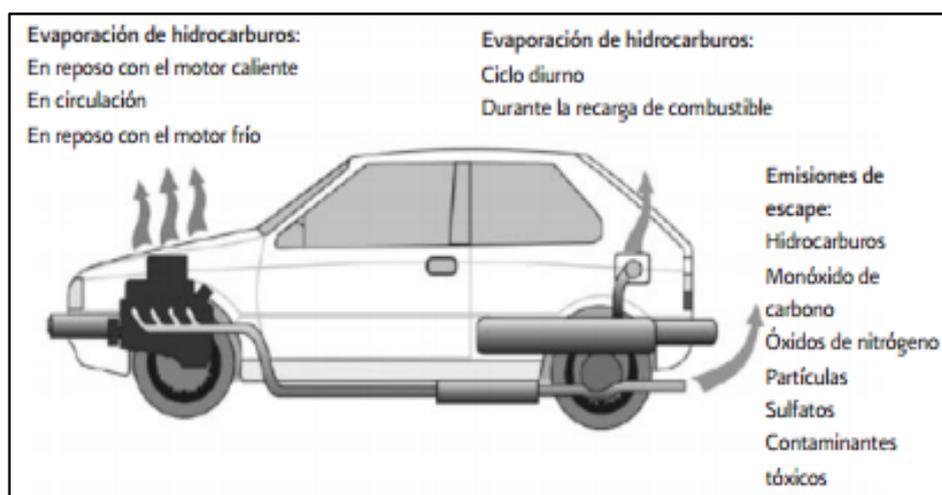


Imagen 3.9 Proceso de emisión de contaminantes en vehículos automotores (emisiones evaporativas y de escape) - Fuente: INE - SEMARNAT (2015)

Otras emisiones

Existen también otras emisiones por pérdida de los sistemas de aire acondicionado, especialmente dañinas en aquellos que utilizan compuestos que afectan la capa de ozono (CFC) y emisiones de MP generado a partir del desgaste de los neumáticos y de los componentes del sistema de frenado (Vasallo, 2015).

3.2.2 Tecnologías vehiculares

En Argentina, la flota vehicular terrestre está compuesta por autos, motos, camiones, colectivos, taxis y remises; cada uno presenta diversas características según la finalidad para la cual se lo utiliza:

Motores

La mayoría de los vehículos que se utilizan en el país cuentan con un motor de combustión interna, el cual es una máquina que obtiene energía mecánica a partir de la energía

calorífica producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión (Banco de la Republica, Actividad Cultural, 2016). Las partes fundamentales de estos motores son:

Cilindro: aquí se desarrolla la potencia, luego de que el combustible es quemado.

Pistón: está situado en el interior del cilindro y va unido a la biela. Recibe la fuerza de expansión que le obliga a desplazarse por el cilindro, en un movimiento lineal alternativo

Biela: transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento continuo de rotación en el cigüeñal.

- *Cigüeñal:* es el eje motor que gira impulsado por la expansión de los gases que se produce en la cámara de compresión, que transmite ese giro y la fuerza motriz generada al sistema de transmisión y de este a las ruedas.
- *Cárter:* su función es proteger el cigüeñal, los cojinetes, las bielas y demás accesorios, para recoger el aceite de las partes móviles y para servir de receptor del aceite del sistema de lubricación (Cebrián, 2013).

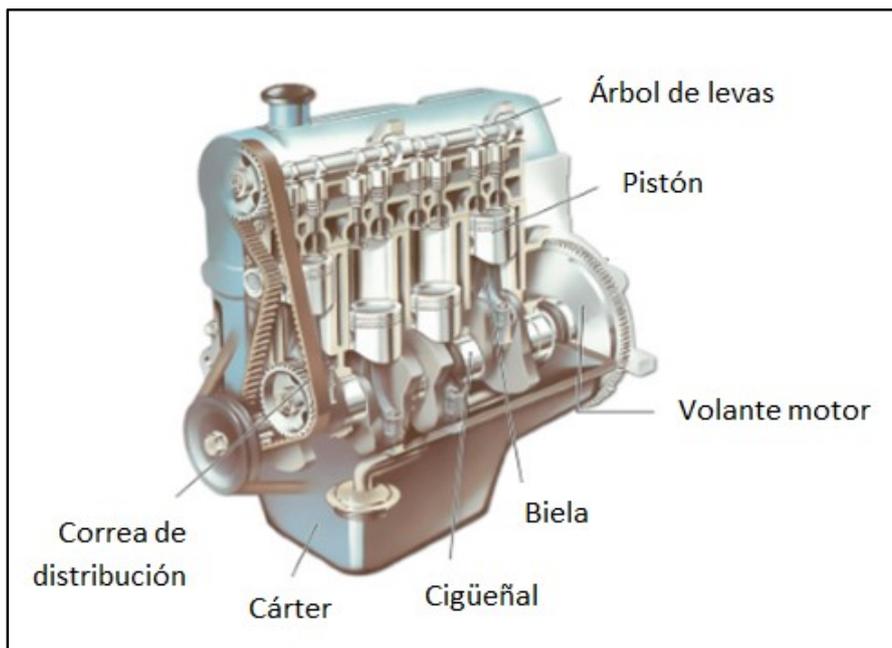


Imagen 3.10 Composición de un motor de combustión interna - Fuente: FITSA (2008)

Tipos de motor según combustible

Los motores de combustión interna pueden clasificarse según el tipo de combustible que utilizan para realizar el trabajo, aunque el funcionamiento tanto del motor de gasolina como del motor diésel es muy similar.

Motor diésel

Es un motor de combustión interna que funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en la compresión. El combustible diésel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura, y como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

Para que se produzca la autoinflamación es necesario emplear combustibles más pesados que los empleados en el motor de gasolina, por esto es que se emplea la fracción de destilación del petróleo comprendida entre los 220 y 350°C, que recibe la denominación de gasóleo o gasoil. Este combustible, es una mezcla de diferentes moléculas de hidrocarburos, con una densidad de aproximadamente 0,845 kg/l por lo que ofrece una densidad volumétrica energética de 35,86 MJ/L mayor que la gasolina.

Cabe señalar que la composición del combustible diésel y los lubricantes tiene efecto directo en el desempeño del motor, mantenimiento y emisiones de escape, por lo cual deben cumplir con requerimientos de calidad elevados, establecidos por las normativas nacionales (Alonso Pérez, 2009).

Según la resolución 478/2009, en nuestro país, se definieron tres tipos de gasoil y la composición de cada uno es:

Tabla 3.3 Composición actual de las naftas en Argentina

GASOIL		AZUFRE (ppm)
Ultra o Grado 3		10
	Zonas de alta densidad	30

Común o Grado 2	Zonas de baja densidad	
Agrodiesel o Grado 1		1000

Fuente: Elaboración propia con datos de Infoleg (2009)

Si bien, estos motores poseen una gran ventaja comparados con los motores a gasolina por su menor costo y consumo de combustible, emiten 100 veces más partículas de hollín que los motores nafteros con la misma carga y con las mismas condiciones de motor. Además, la combustión diésel inherentemente tiende a producir cantidades significativas de MP y NOx; a su vez el gasoil contiene partículas (algunas de ellas nanopartículas) que no se queman y se emiten junto con los NOx. Otros contaminantes que podrían ser emitidos por los motores diésel son: CO, SO₂, metanol, fenol, acetaldehído, benceno, formaldehído, compuestos de manganeso, entre otros (Alonso Pérez, 2009).

Los motores diésel se utilizan principalmente en maquinarias agrícolas (tractores, cosechadoras), para propulsión ferroviaria, aérea o marina, en automóviles y camiones, grupos generadores de energía eléctrica (centrales eléctricas y de emergencia), accionamiento industrial (bombas, compresores, etc.).

Motor Otto

También llamado motor de explosión o motor de gasolina, produce la combustión de la mezcla aire-combustible mediante una chispa proporcionada por la bujía. El resto del proceso sucede de forma idéntica que el motor diésel.

El combustible utilizado por estos motores, es una mezcla de hidrocarburos obtenida del petróleo por destilación fraccionada que tiene una densidad de 748 g/L. Un litro de nafta proporciona aproximadamente un 10% menos de energía que el gasoil; sin embargo, en términos de masa, la nafta proporciona un 3,5 % más de energía (Alonso Pérez, 2009).

La composición de la nafta, debe cumplir una serie de condiciones (ambientales y para la funcionalidad del motor), reguladas por ley en la mayoría de los países. Según la resolución 478/2009, en Argentina, se han reglamentado tres tipos de naftas (Ultra o Grado 3, Súper o Grado 2 y Común o Grado 1) y su correspondiente composición.

Tabla 3.4 Composición actual de las naftas en Argentina

Tipo de gasolina	Azufre	% de Benceno	% de Etanol	% de Plomo
Ultra o Grado 3	Opcional	2%	35%	0%
Ultra o Grado 2	30 ppm	1%	35%	0%
Ultra o Grado 1	50 ppm	1%	40%	0%

Fuente: elaboración propia con datos de Infoleg (2009)

Los vehículos a nafta (vehículos de pasajeros, motocicletas y algunos camiones ligeros) no son tan eficientes como los vehículos diésel, pero las emisiones de material particulado y NOx son menores. Por otro lado, las emisiones de CO son superiores a las producidas por los motores diésel, aunque pueden reducirse fácilmente con un catalizador (Alonso Pérez, 2009).

Tipo de motor según funcionamiento/tamaño

A su vez, los motores de combustión interna se pueden clasificar también, según su funcionamiento, en motores de dos tiempos (2T) o de cuatro tiempos (4T):

Motor de 2T

La fabricación, mantenimiento y funcionamiento es mucho más sencillo que el motor de 4T mientras que la eficiencia es menor, pero al necesitar sólo dos tiempos para realizar un ciclo completo producen más potencia que un motor 4T del mismo tamaño. Además son motores más compactos, livianos y económicos que los motores de 4T. Existen motores de 2T basados en ciclos Otto y en ciclos Diésel:

Los motores ciclo Diésel de 2T sólo se utilizan actualmente en grandes motores para generación de electricidad y navegación marítima.

Los motores ciclo de Otto de 2T se caracterizan por su ligereza y bajo coste, lo que los hace muy útiles en aquellas aplicaciones que no precisan mucha potencia, como motocicletas, cortadoras de césped, motosierras, etc.

Este motor hace un trabajo en cada revolución, es decir una explosión en cada vuelta del cigüeñal por lo que desarrolla una potencia mayor para la misma cilindrada, siendo su marcha mucho más uniforme y regular, consumiendo y contaminando mucho menos que los motores de 4T.

Durante su funcionamiento se producen dos fases, la primera de admisión-compresión y la segunda de explosión-escape, y por la propia construcción del motor sin válvulas, la compresión no es tan eficaz como en los motores de 4T, generando una merma de potencia. Por el mismo motivo, suele expulsarse combustible inquemado junto a los gases de combustión por la lumbrera de escape, lo que conlleva una pérdida de rendimiento y la evacuación de emisiones más contaminantes. Además, al mezclar aceite con el combustible, se puede concentrar suciedad sobre los electrodos de la bujía, impidiendo su correcto funcionamiento.

Motor 4T

El funcionamiento del motor, tanto gasolero como diésel, se basa en la combustión de una mezcla aire y combustible en cuatro fases (Primer tiempo o admisión, segundo tiempo o compresión, tercer tiempo o explosión y cuarto tiempo o escape). Las principales diferencias entre las dos variantes son: la forma de ignición del carburante (chispa o compresión) y la eficiencia (el motor diésel de 4T es más eficiente que el motor naftero).

Combustibles alternativos

GNC

Otra variación posible, y muy utilizada en la actualidad, es el motor de ciclo Otto funcionando a Gas Natural Comprimido (GNC). Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2011), en Argentina el uso de esta tecnología abarcaba en el 2010 al 15% de la flota vehicular nacional, ubicando a los taxis y los pequeños transportistas urbanos como los principales usuarios, ya que el costo por kilómetro recorrido del GNC es mucho menor que el de la nafta y/o el diésel. Además, este tipo de combustible extiende la vida útil del motor y requiere menores gastos de mantenimiento, ya que alarga el lapso de cambio de aceite y de bujías de encendido y la necesidad de afinación del motor.

La conversión no involucra ninguna modificación del motor o remoción de algún componente, solo la incorporación algunos elementos (cilindros para el gas, reguladores, válvulas, mezcladores, indicadores, etc.), lo cual implica un aumento del peso del vehículo y disminución del espacio libre de cargas. La conversión no es definitiva, ya que el vehículo puede seguir funcionando a nafta cuando se lo desee.

Los vehículos a GNC son generalmente muy limpios en términos de emisiones ya que, por su composición química, emite mucho menos CO₂ que los derivados de petróleo (en torno a un 25% menos que la gasolina y un 10-15% que el diésel por unidad de masa

consumida); sin embargo, existe un efecto contrario ya que los motores a GNC tienen un menor rendimiento energético que los motores diésel porque éstos últimos obtienen más energía cinética a partir de la misma energía total del combustible. Por otro lado, el GNC permite una oxidación más completa que la gasolina y diésel, debido a una cadena carbonada más corta, por lo que las emisiones de CO y HC, así como las partículas sólidas carbonadas se verán reducidas. (Fundación Instituto Tecnológico Para la Seguridad del Automóvil, 2008).

A su vez, el GNC al estar compuesto en un 95% por CH₄, aprovecha su cualidad de muy alta incapacidad reactiva, lo que implica que el gas de escape de estos vehículos no puede combinarse con los NO_x para producir O₃ a nivel de suelo, lo que no pasa con las naftas que contienen COV que son altamente reactivos (Cámara Argentina del Gas Natural Comprimido, 2003).

Biocombustibles

Son combustibles líquidos, sólidos o gaseosos derivados de biomasa o de sus productos o desechos metabólicos, por lo que el balance energético (diferencia entre la energía que produce 1 kg de biocombustible y la energía necesaria para su producción) es positivo, es decir no agota los recursos naturales desde un punto de vista energético. A su vez, según estudios realizados por CEADS (2008), los vehículos que utilizan biocombustibles producen menores emisiones contaminantes.

Si bien en Argentina es obligatorio por ley que la nafta y el diésel contengan un porcentaje de biocombustibles, todavía no existen en el mercado vehículos que funcionen completamente a base de biocombustibles. Según la naturaleza de la biomasa y el tipo de combustible deseado se pueden obtener dos tipos de biocombustibles para alimentar a los vehículos del transporte terrestre:

Biodiesel: es un combustible vegetal que puede reemplazar al gasoil mineral. La ASTM (American Society for Testing and Materials) define el biodiesel como “el éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores diésel”. Se presenta en estado líquido y se obtiene a partir de recursos renovables como aceites vegetales de soja, colza/canola, girasol, palma y otros, como así también de grasas animales. El combustible obtenido debe ser purificado para cumplir con la norma de

calidad nacional (en Argentina es la establecida por la Resolución N° 828/10 de la Secretaría de Energía de la Nación).

Bioetanol: es químicamente alcohol etílico común, con la característica de haberse obtenido a partir de biomasa, normalmente con alto contenido de sacarosa (caña de azúcar, remolacha, sorgo dulce, maíz, papa, etc.) y sometida a fermentación. El alcohol producido, se separa por destilación y se obtiene el alcohol, constituido por 96% etanol. Por estas características, el bioetanol tiene alto calor de combustión.

Sistema de alimentación

Uno de los factores más importantes para minimizar las emisiones producidas en un motor alimentado por cualquier tipo de combustible, es mantener la razón aire/combustible cercana a la condición estequiométrica, la cual puede ser controlada por los diferentes sistemas de inyección de combustible según el tipo de motor. Estos sistemas tienen como objetivo mezclar una determinada cantidad de carburante y una determinada de aire para poner en funcionamiento del motor y por lo tanto el vehículo.

A lo largo de los años, los sistemas de alimentación han ido evolucionando y mejorando pasando de sistemas mecánicos a sistemas electrónicos. A su vez, estos varían según el tipo de combustible: a nafta (carburador, monopunto, multipunto), GNC (primera, segunda, tercera y cuarta generación) y diésel (preinyección, inyección directa y common rail).

Carburador

El funcionamiento se basa en el efecto Venturi, en donde toda corriente de aire que pasa por una canalización genera una succión, y esto se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador. Es un sistema mecánico, en donde las válvulas de mariposa controlan el nivel de vacío en los inyectores de combustible, resultando una disminución del flujo de combustible hacia el motor. La mezcla de aire y combustible es introducida en las cámaras de combustión, donde se forma la reacción, generando una expansión del sistema mecánico, aprovechándose para impulsar el vehículo a través de pistones (Rojas, 2015).

El carburador ha sido el primer sistema de entrega de combustible utilizado en todos los motores alimentados a nafta (motos y automóviles), siendo reemplazado a principios de los años '90 por un sistema más eficiente: la inyección monopunto. Pero actualmente la mayoría de las motocicletas que circulan en Argentina funcionan a carburador.

Inyección de combustible monopunto (SPFI)

Este sistema es la primera implementación de la inyección electrónica la cual mejora la eficiencia de mezcla y pulverización del combustible respecto a los carburadores.

Se compone de una bomba eléctrica, que envía cierta presión a un inyector situado antes de la mariposa de aceleración. El inyector consta de un solenoide, el cual está comandado por una unidad de control que se encarga de mandarle la señal de apertura. Cuando este se abre, el combustible pasa al inyector y pulveriza una cantidad determinada de combustible al colector, específicamente es inyectado luego de la toma de aire antes de alcanzar el motor. La tasa de inyección normalmente es controlada al medir la razón aire y combustible la cual varía según la cantidad de tiempo durante el cual la válvula de inyección está abierta.

Inyección de combustible multipunto (MPFI)

Esta es la forma más reciente de inyección de combustible, es similar a la inyección monopunto ya que también se trata de un sistema electrónico, sin embargo, el combustible se inyecta cerca de las válvulas de toma en cada cilindro del motor. Los motores con inyección multipunto cuentan con un inyector independiente para cada cilindro (por ejemplo, un motor que cuenta con 4 cilindros, tendrá 4 inyectores), de esta forma se entrega una mezcla de aire-combustible con mayor precisión lo cual trae como ventaja la mejora en la potencia y el desempeño del vehículo. Al igual que los anteriores, este sistema se encuentra en vehículos alimentados a nafta y adaptados a GNC.

Tabla 3.5 Comparación carburador - MPFI

CARBURADOR	SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
Alto consumo de combustible	Menos consumo de combustible
Mayor contaminación	Disminución de la contaminación
Mezcla desigual de aire-combustible	Exacta dosificación de aire-combustible
Baja potencia que perjudica el rendimiento del motor	Aumento del rendimiento del motor
Inyección indirecta en la cámara de combustión	Inyección directa en la cámara de combustión
Deficiencias en el sistema de arranque en frío	Mejor arranque en frío

	Sensible a las gomosidades y otras sustancias perjudiciales que siempre contiene la nafta
--	---

Fuente: Vazquez y Delgado (2013)

Adaptación de reconversión del motor.

La utilización del GNC se puede hacer solo en motores que utilizan nafta en donde se agrega un sistema de alimentación de combustible específico debido a las características que este tiene. El sistema de provisión de gas al motor está formado por un conjunto de partes mediante las cuales, se prepara la mezcla gas-aire para que el motor la aspire y la quemé, teniendo diversas formas de mezclar el aire con el combustible.

A lo largo del tiempo, los sistemas de inyección fueron mejorando, pasando de sistemas mecánicos a sistemas electrónicos. Entre estos podemos mencionar:

Tabla 3.6 Evolución de la tecnología vehicular de GNC

Características	1ra Generación	2da Generación	3ra Generación	4ta Generación
Tipo de Motorización	Carburador	SPFI y MPFI	MPFI	MPFI
Arranque	Según posición de llave conmutada	Cambio automático a GNC, arranque en nafta	Cambio automático a GNC, arranque en nafta	Cambio automático a GNC, arranque en nafta
Autonomía	Según tanque instalado	Según tanque instalado	Según tanque instalado	Según tanque instalado
Rendimiento	Regular	Regular/Bueno	Muy bueno	Optimizado (ULEV)
Mantenimiento	Medio/alto	Medio/bajo	Libre de mantenimiento	Libre de mantenimiento
Potencia	Regular	Regular/Bueno	Muy buena	Optimizado
Contaminación	Menor que el ciclo Otto excepto NOx que varía con la regulación de la mezcla aire/combustible	Cumple con EURO I y con límites US 1981 Y Argentina 2000 (Ley 24449)	Cumple con EURO II y III, y límites US Tier/LEV	Cumple con EURO III y límites US ULEV
Ruido	Marcha serena y menos ruidosa que ciclo Otto y Diésel	Marcha serena y menos ruidosa que ciclo Otto y Diésel	Marcha serena y menos ruidosa que ciclo Otto y Diésel	Marcha serena y menos ruidosa que ciclo Otto y Diésel

Fuente: Vasallo (2016)

Pre-inyección.

Esta es la forma más antigua de control aire/combustible para los motores diésel. Es similar a la inyección monopunto de los vehículos a nafta ya que el combustible es inyectado en un único punto en la toma de aire antes de llegar al motor.

Este tipo también se lo conoce como inyección indirecta, debido a que el inyector está situado en una precámara de combustión, en donde se consigue homogeneizar el aire con el combustible antes de la combustión. Este sistema se utiliza en motores más rápidos ya que el combustible se quema de forma más eficiente generando menores gases contaminantes, en contrapartida, la temperatura en la precámara es muy elevada. Este sistema hoy en día ya no se utiliza en ningún vehículo 0 km debido a la aparición de las inyecciones directas que conllevan mayores ventajas (Rojas, 2015).

Inyección directa.

Este sistema es similar a la inyección multipunto de los vehículos a nafta ya que el combustible es introducido en las válvulas de toma o directamente en la cámara de combustión. En los motores diésel es introducido a través de bombas de inyección, las cuales pueden ser lineales o rotativas. Las bombas lineales se utilizan frecuentemente en motores de alta relación de compresión y las rotativas en motores con relaciones medias de compresión. Ambas bombas ofrecen caudal, pero deben ser robustas para soportar la presión del sistema de inyección. El inyector está situado en la parte trasera en contacto con el cilindro, situado en el mismo sitio donde se ubica la bujía en un motor de explosión. De esta manera en el momento que se inyecta el combustible entra en contacto con el aire y comienza la reacción. En este caso a diferencia de la pre-inyección, los inyectores se encuentran dentro del cilindro donde se introduce directamente el combustible en la cámara de combustión. (Vasquez y Delgado, 2013)

Common-rail.

Es un sistema de inyección directa de combustible solo para motores a diésel en donde el combustible es introducido desde el depósito de combustible a una bomba de alta presión, y ésta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y a alta presión desde cada uno de ellos a su cilindro.

El objetivo de este tipo de inyección directa es lograr una pulverización mayor que la obtenida en los sistemas de bomba inyectora mencionada anteriormente, en donde se optimiza el proceso de inflamación espontánea de la mezcla que se forma en la cámara al inyectar el diésel.

La principal ventaja es que permite controlar electrónicamente la provisión de combustible permitiendo de esta forma realizar diversas pre-inyecciones antes de la inyección principal, preparando la mezcla correcta de aire/combustible para una óptima

combustión aumentando el rendimiento del motor. Otra ventaja con la que cuenta este sistema es la fácil regulación de la presión en los inyectores en función de la carga motor, de una manera muy precisa (UNLP, 2012).

Sistemas de control de emisiones

Las emisiones de los gases provenientes de la flota vehicular, no solo provienen de la combustión que escapan hacia el exterior, sino que también se deben mencionar aquellas emisiones evaporativas de los depósitos del combustible. En la actualidad, existen diferentes tecnologías que se utilizan para reducir las causas de contaminación del aire producida por los automóviles conocidas como sistemas de control de emisiones, entre los que podemos mencionar:

Controles de emisiones evaporativas

Cánister: este sistema evita que los vapores generados en los depósitos de combustible salgan a la atmósfera, reteniéndolos o condensándolos en un cánister o caja de carbón activado, para que posteriormente sean introducidos a la cámara de combustión y puedan ser utilizados; de esta forma se disminuye emisión de HC livianos, causantes de la formación de smog en la atmósfera. Este sistema cuenta con una válvula de salida de vapores del tanque, que regula el paso hacia el cánister, y una válvula de purga conectada al múltiple de admisión o una electroválvula controlada por un dispositivo. Este sistema es utilizado solo en vehículos nafteros (Banco de la Republica, Actividad Cultural, 2016).

Sistema de ventilación positiva del cárter (Según siglas en inglés PVC): este dispositivo fue uno de los primeros y únicos controladores de emisiones evaporativas instalado en los vehículos. En la actualidad existen vehículos que utilizan este tipo de sistema de control, solo pudiendo ser utilizado en motores a nafta. El PVC es un sistema desarrollado para extraer los gases o los vapores del cárter para introducirlos y recircularlos en la cámara de combustión para luego ser quemados, evitando de esta forma que sean expulsados hacia la atmósfera. El sistema PCV lleva a cabo su función mediante un cabezal de vacío para retirar los vapores del cárter hacia el múltiple de admisión, y es allí donde los gases son enviados junto con la mezcla aire-combustible a la cámara de combustión para ser quemados. El flujo o circulación dentro del sistema está controlado por la válvula PCV. En cierto rango de revoluciones por minuto se abre válvula PCV, creándose un vacío dentro del motor, permitiendo, por un lado, la entrada de aire fresco al mismo por medio de unos conductos desde el filtro de aire y por otro la salida de los

gases nocivos hacia la cámara de combustión. El flujo de gases depende exclusivamente de la válvula PCV, y la abertura de éste depende del vacío creado en el múltiple de admisión. Fue el primer control de emisiones instalado (Banco de la Republica, Actividad Cultural, 2016).

Control de emisiones de escape

Sistemas de recirculación parcial de los gases de escape (según sus siglas en inglés EGR): es uno de los sistemas más complejos e importantes para reducir los NOx entre un 40 o 50%, el cual consiste en dirigir una pequeña fracción de los gases de escape (entre un 5% y un 10%) de nuevo a la cámara de combustión para diluir la carga de admisión y reducir la temperatura de combustión. Como estos gases se producen por la presencia de aire en exceso, o sea una mezcla pobre y las altas temperaturas de combustión, la válvula EGR trabaja para empobrecer considerablemente la mezcla y disminuir la temperatura de la combustión. Se utiliza principalmente en los motores diésel.

Los sistemas de EGR se pueden clasificar según sean de alta o baja presión, en donde los de baja presión puede retroadaptarse dado que no requieren modificaciones del motor. (Banco de la Republica, Actividad Cultural, 2016)

Catalizadores: es uno de los elementos principales que se utilizan para reducir la cantidad de contaminantes de los gases de escape, mediante la técnica de catálisis. Éste genera en su interior una combustión de baja presión, lo cual evita la salida de más de un 90% de gases contaminantes a la atmósfera, es decir, no reduce la cantidad de emisiones sino la calidad de las mismas. Los gases más comunes que se reducen son las emisiones de CO, NOx y COVs en el flujo de gas de escape.

El catalizador está compuesto por una carcasa de acero inoxidable, el cual contiene en su interior sustancias químicamente activas como el Platino, Rodio y otros metales que se utilizan como sustratos en matrices cerámicas o metálicas para proveer una superficie donde los contaminantes reaccionan y forman otros gases como CO₂, H₂O y nitrógeno. Específicamente permiten realizar dos reacciones de oxidación y una de reducción.

Este dispositivo está ubicado en el caño de escape donde la temperatura de los gases se mantiene elevada; es un sistema pasivo y de baja mantención, sin embargo, algunos químicos como el azufre y el plomo, como también las temperaturas extremadamente altas pueden dañarlos. Hay dos tipos de catalizadores según el funcionamiento:

Catalizador de 2 vías: también se los conoce como de "doble efecto", ya que contiene dos cuerpos catalizadores que manejan los gases como si fuese un doble catalizador con toma intermedia de aire. En primer lugar actúa sobre los gases ricos de escape, reduciendo el NOx, y luego actúa sobre los gases empobrecidos gracias a la toma intermedia de aire, reduciendo el CO y los HC.

Catalizador de 3 vías: es llamado de esta forma ya que reducen otros gases nocivos al mismo tiempo. La eficiencia de este catalizador depende de que la mezcla se acerque a la relación estequiométrica adecuada. Estos catalizadores son de los más usados hoy en día, pero también son los más caros, debido a su alta complejidad (UNEP, 2009).

Tabla 3.7 Resumen de las tecnologías vehiculares según cada tipo de vehículo

	TIPO DE MOTOR	COMBUSTIBLE	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES	
				EVAPORATIVAS	DE ESCAPE
MOTOS	2 Tiempos 4 Tiempos	Nafta	- Carburador - Inyección electrónica	- Ninguno - PCV	- Ninguno - Catalizador de 2 vías - Catalizador de 3 vías
AUTOS	4 Tiempos	Diésel	- Preinyección - Directa - Common rail	- Ninguno	- Ninguno - EGR - Catalizador de 2 vías - Catalizador de 3 vías
		GNC	- Primera Generación - Segunda Generación - Tercera Generación - Cuarta Generación	- PCV - PCV/Cánister	- Ninguno - Catalizador de 2 vías - Catalizador de 3 vías - EGR
		Nafta	- Carburador - Monopunto - Multipunto	- PCV - PCV/Cánister	- Ninguno - Catalizador de 2 vías - Catalizador de 3 vías - EGR
CAMIONES Y COLECTIVOS	4 Tiempos	Diésel	- Preinyección - Directa - Common rail	- Ninguno	- Ninguno - EGR - Catalizador de 2 vías - Catalizador de 3 vías

Fuente: elaboración propia (2016)

3.3 Estudio descriptivo y exploratorio de carácter bibliográfico de la flota vehicular terrestre de la ciudad de Villa Carlos Paz

En el siguiente capítulo se realizará una descripción de la flota vehicular terrestre de VCP, desarrollando previamente las tendencias del transporte nacional. Por un lado, se describirá y clasificará la movilidad urbana de la ciudad dividiendo al transporte en motorizado (autos, camiones, colectivos, motos, taxis y remises) y no motorizado (bicicleta y a pie). Por el otro lado, se caracterizará la estructura vial y urbana de la ciudad para conocer la dinámica de la movilidad local.

3.3.1 Características del transporte nacional

El transporte es uno de los pilares del desarrollo humano y la actividad económica; sin embargo, los patrones actuales de transporte generan múltiples impactos sociales, económicos y ambientales negativos. En Argentina el sector transporte participa en más de un 5% en la conformación del PBI, representa el 40% de la inversión en infraestructura, genera el 5% de los empleos de la población activa y, aún con la mejora general del país en el último decenio, el sector transporte aparece como una de las áreas de política pública en donde más se observan falencias o insuficiencias (Roberto Agosta, 2012).

Existen diversas formas de clasificar el transporte; la más general hace referencia al medio natural en que se desplazan tales como: transporte marítimo, terrestre y aéreo. Por los fines prácticos de este trabajo, solo nos enfocaremos en el transporte terrestre y, dentro de éste, haremos hincapié solo en los vehículos de carretera, dejando de lado el ferrocarril.

El sistema argentino de transporte está fuertemente focalizado en el transporte carretero, que concentra más del 90% de las cargas transportadas y prácticamente el 100% del tráfico de pasajero (Roberto Agosta, 2012).

Un informe realizado por el Foro de Transporte Sostenible (FTS) de América Latina y el Banco de Desarrollo de Latinoamérica (2011), afirma que tanto el nivel de motorización en Argentina (165 vehículos por mil habitantes) como el crecimiento de éste (6% anual) son elevados con respecto a los demás países latinoamericanos, pero se consideran bajos si los comparamos con los de los países industrializados (600 vehículos por mil habitantes), y a su vez, destaca el predominio del automóvil particular sobre los demás

tipos de vehículos (camiones, motocicletas, colectivos). En nuestro país, la tasa de motorización aumentó un 40% en promedio en una década.

Las perspectivas de la evolución de la demanda hacia el sistema vial son evidentemente crecientes hacia el futuro y los crecimientos de la demanda no serán espacialmente homogéneos. Las tendencias no solo a la urbanización sino a la concentración de población en las ciudades de mayor tamaño dentro de cada país repercutirán en la exigencia hacia el sistema vial en esas zonas y sus accesos. Además, para el futuro se estima que el crecimiento de la actividad económica, del comercio regional y del nivel de vida de la población (con más viajes y más automóviles) aumentará la demanda hacia el transporte carretero como en todos los países del mundo, lo que exigirá mayor capacidad, calidad y seguridad (Banco de Desarrollo de América Latina, 2011).

3.3.2 Movilidad urbana de VCP

Por movilidad se entiende el conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen en un entorno físico. Cuando hablamos de movilidad urbana nos referimos a la totalidad de desplazamientos que se realizan en una ciudad, los cuales son realizados en diferentes medios o sistemas de transporte (colectivos, automóviles, bicicleta, etc.) con un objetivo en común: facilitar la accesibilidad a determinados lugares para satisfacer deseos o necesidades de los ciudadanos. Por tanto, la accesibilidad es el objetivo que, a través de los medios de transporte, persigue la movilidad (Estevan & Sanz, 1996).

Para una mayor comprensión, en este trabajo se clasificará el transporte en motorizado (TM) y no motorizado (TNM). Como lo dice su nombre, el primero hace referencia a aquellos medios de transporte que utilizan un motor y combustible para su funcionamiento, permitiendo recorrer grandes distancias realizando un esfuerzo mínimo por parte del hombre. Sin embargo estos medios de transporte, que crecen de manera exponencial, son la principal forma de movilidad en las ciudades y producen un gran impacto ambiental y social negativo ya que son una fuente de contaminación acústica y del aire, consumen grandes cantidades de combustible fósil (recurso no renovable), entre otros impactos. Por otro lado, al TNM se lo puede definir como aquellos desplazamientos donde está implicada la fuerza humana y no necesariamente se está usando un motor, como el concepto lo indica; aquí se incluyen los viajes a pie y en bicicleta. Debido a que implica usar la propia fuerza del usuario para mover el vehículo, es uno de los modelos

de transporte más sustentables para una ciudad pero, hasta el momento, es pobre o nula la inclusión del TNM en los planes de movilidad de las ciudades (UNITAR, 2016).

Tabla 3.8 Clasificación de la movilidad urbana de VCP

	Motorizado				No Motorizado	
Pasajeros	Público		Privado		Bicicletas	A pie
	Taxi y Remis	Colectivos	Motos	Autos		
Carga	Camiones					

Fuente: elaboración propia (2017)

Transporte motorizado

Según la AFAC (Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes), para el cierre del año 2015 más del 48% de la flota circulante actual en Argentina se encuentra en la provincia de Buenos Aires y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, seguidas por Córdoba y Santa Fe que en conjunto suman 18,86%.

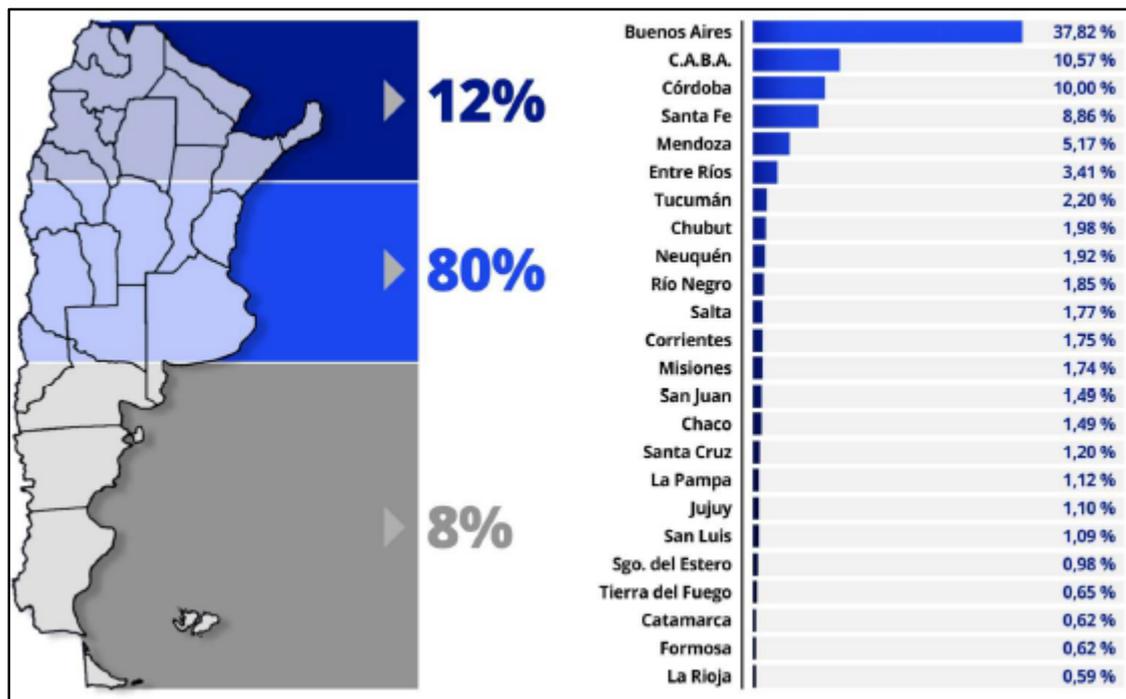


Imagen 3.11 Distribución de la flota circulante por provincia y por región - Fuente: AFAC (2015)

En este contexto, según registros realizados hasta mayo del año 2016, la ciudad de VCP cuenta con 36297 vehículos inscriptos en el Registro del Automotor del municipio (actualizado según las altas y bajas de los vehículos registrados). Ya que el Registro data desde el 1900 aproximadamente, y esto no refleja el “parque vivo” o flota circulante actual de la ciudad, se determinó la cantidad de cada categoría de vehículos según los siguientes criterios:

Tabla 3.9 Flota circulante de VCP

Tipo de flota	Cantidad	A partir del año	Criterio
Automóviles	24535	1980	En base a información brindada por la AFAC
Motocicletas	11276	2000	Considerando la vida útil de las motocicletas
Taxis/remis	171 taxis 75 remis	2006	En base a las ordenanzas municipales N° 4740 (taxis) y N° 2650 (remis)
Colectivos	52	2005	En base al Art. 11 de la ordenanza municipal N° 492
Camiones	188	1995	Según el Art. 53 de la ley nacional de tránsito

Fuente: elaboración propia (2017)

Según el Registro, la flota vehicular de la ciudad está formada por un 67,59% de automóviles seguido por 31,07% de motocicletas, luego por 0,68% de taxis/remis y en menor proporción los vehículos de carga 0,52% y colectivos 0,14% del total de los vehículos (Municipalidad de VCP, 2016).

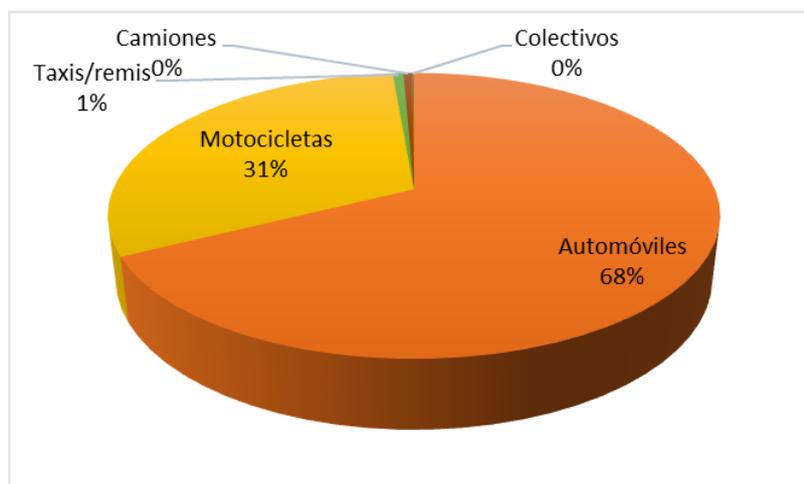


Figura 3.7 Composición de la flota vehicular de la ciudad de VCP - Fuente: elaboración propia en base a datos provistos por la Municipalidad de VCP (2017)

A su vez es necesario aclarar que existen varios vehículos que circulan en la ciudad, pero no se encuentran registrados en la Municipalidad. Esto se debe a que, por un lado, al ser una ciudad turística y de paso, muchos de los vehículos provienen de otros lugares; y por el otro, a que muchos de los vehículos de los ciudadanos se hallan inscriptos en otras localidades.

Transporte de Carga: Camiones

El sistema de transporte terrestre de cargas de la ciudad de VCP, como también de toda la República Argentina, está integrado por un vasto y complejo conjunto de vehículos. Para adentrarnos en la temática podemos decir específicamente que un “camión” es un vehículo diseñado para el transporte de diversos productos y mercancías. Estos vehículos se pueden clasificar según peso y dimensión, como también según la distancia recorrida.

Clasificación según por peso y dimensiones según el Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial – UTN (2014)

- *Pequeño porte:* Se refiere a los camiones destinados al transporte de carga, con largo total igual o menor a 8 metros (mts) y peso máximo total igual o menor a 9000 kilogramos (kg)



- *Mediano porte:* Son aquellos camiones semipesados, con un largo total entre 8 y 10 mts y con un peso máximo total entre 9000 y 17000 Kg



- *Gran porte:* Se refiere a los camiones pesados con un largo total entre 10 y 13.20 mts, y un peso máximo total entre 17000 y 24000 kg.



- *Extrapesados:* Hace referencia a los camiones más pesados los cuales cuentan con peso máximo total mayor a 24000 kg .



Clasificación según distancia recorrida

En el transporte terrestre de cargas se distinguen diferentes tipos de vehículos según la distancia, el tipo de operatoria o el ámbito jurisdiccional en donde se desarrolle el recorrido. En este sentido se observan los siguientes viajes:

- *Larga distancia*: los tipos de vehículos empleados en larga distancia son, en general, de gran capacidad de carga, donde los más utilizados son el camión con acoplado. A su vez, los recorridos de larga distancia pueden ser nacionales o internacionales.
- *Corta distancia*: generalmente los camiones son más pequeños y carecen de acoplados.

El transporte de cargas no es un sector uniforme ya que depende de diferentes características. En nuestro país el 3,5% de toda la flota vehicular está compuesta por vehículos pesados (tanto camiones como colectivos de pasajeros) de diferentes dimensiones (AFAC, 2015).

En la ciudad, hay diversos tipos de camiones a los cuales los podemos clasificar según el peso: el 58% son vehículos de menor porte (menores a 9 ton) seguidos por vehículos de mediano porte (entre 9 ton y 17 ton), y sólo hay registrados 7 vehículos extrapesados (más de 24 ton), lo cual representa el 2% de la flota de carga.

Cabe aclarar, que en este apartado se describen solo los vehículos de carga que están inscriptos en el registro municipal, ya que no se dispone de información adecuada para caracterizar aquellos camiones que atraviesan la ciudad para llegar a otros destinos.

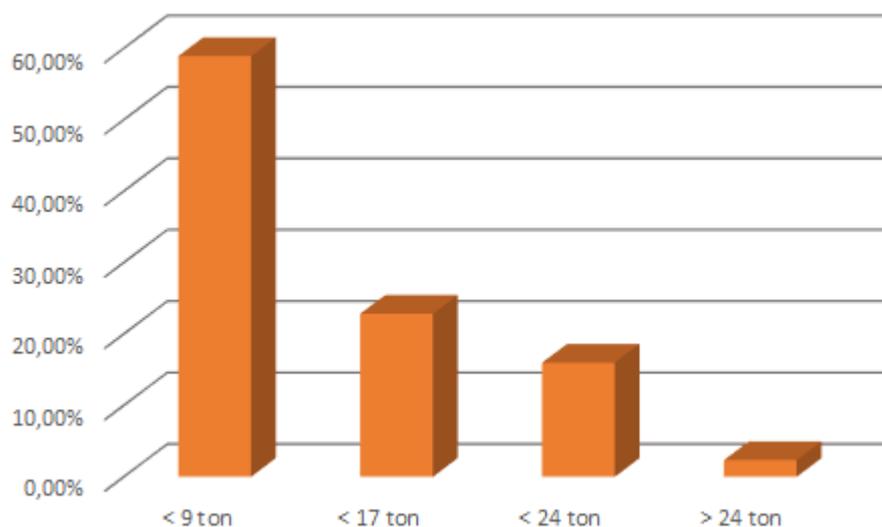


Figura 3.8 Cantidad de camiones según el peso - Fuente: elaboración propia en base al Registro Municipal (2016)

Transporte de pasajeros

Una de las principales necesidades de los seres humanos modernos es la de transportarse para realizar sus actividades diarias, con fines de ocio, etc. Para la satisfacción de esta necesidad existen los denominados *transportes de pasajeros*, los cuales se pueden clasificar según su dominio en transporte privado y transporte público.

Transporte privado

Es el término que comúnmente se utiliza para referirse a los servicios de transporte que no están abiertos o disponibles para el público en general.

Automóviles Particulares: En los últimos años, el crecimiento del parque automotor en la Argentina ha sido exponencial: según datos del AFAC, para el año 2014, en nuestro país circulaban 11117167 de automóviles, siendo Argentina el país con más unidades por habitante de la región, ya que tuvo 3,8 habitantes por unidad al cierre de 2014.

En el año 2016, la AFAC actualizó sus estadísticas sobre el parque automotor argentino: el informe expresa que el parque automotor para el cierre del 2015 en el país fue superior a 11,5 millones de unidades, de los cuales la mitad son nafteros, un 35,5% son diesel, un 14,5% son GNC y hay sólo 300 híbridos.

En este contexto, según registros de la Municipalidad realizados en mayo del 2016, en la ciudad de VCP hay 24535 automóviles registrados, lo cual implica que hay 3,3 habitantes por cada vehículo en base a los datos demográficos suministrados por el Registro Civil. Por lo tanto, la ciudad presenta unos datos similares al promedio nacional, y a partir del hecho de que haya un automóvil cada 3 habitantes se podría suponer que se trata de una ciudad de clase media-alta. Dentro de los automóviles que circulan en VCP podemos distinguir cuatro categorías que presentan diferentes características, usos y tecnologías:

Utilitarios o furgonetas: son vehículos para transporte de objetos, mercancías o grupos de personas, con un gran volumen de carga en relación a su tamaño. Este tipo de automóviles suelen utilizarse en los comercios y empresas para tal finalidad.



Imagen 3.12 Utilitario - Fuente: FIAT (2017)

Vehículos de pasajeros: son los automóviles familiares clásicos, con capacidad para transportar unas cuatro o cinco personas y equipaje. En esta categoría se incluyen los automóviles deportivos, diseñados para circular a altas velocidades, y las minivans.



Imagen 3.13 Vehículos de pasajeros - Fuente: Renault (2017)

Vehículos todoterreno: son automóviles específicamente diseñados para conducción en todoterreno, es decir, en superficies de tierra, arena, piedras y agua, y en pendientes pronunciadas. Disponen de mecanismos necesarios para este tipo de conducción, como la tracción en las cuatro ruedas y la reductora de marchas.



Imagen 3.14 Vehículo todo terreno - Fuente: Jeep (2017)

Camionetas o pick up: es un automóvil de carga que tiene en su parte trasera una plataforma descubierta, en que se pueden colocar objetos grandes.



Imagen 3.15 Camioneta - Fuente: Toyota (2017)

Como se puede observar en el gráfico 4.5 en la ciudad de VCP predominan los automóviles particulares ya que representan el 68% del total de los vehículos registrados en la ciudad. De dicho porcentaje, el 58% de los automóviles registrados utilizan nafta

como combustible mientras que el 23% usa diesel y en menor proporción, el 19% de dichos vehículos utilizan GNC.

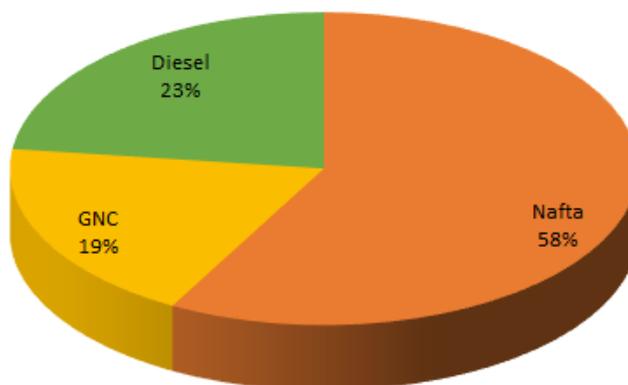


Figura 3.9 Tipo y cantidad de combustible utilizado en VCP - Fuente: elaboración propia en base a encuestas y base de datos (2017)

A su vez, a través del Registro Municipal, es posible determinar la edad del parque automotor registrado en la ciudad: el 31% de los vehículos son relativamente nuevos (0 a 5 años), el 23% de los mismos tienen entre 5 y 10 años mientras que otro 23% del total de automóviles tiene más de 20 años; por otro lado, el 14% de las unidades tienen entre 15 y 20 años y sólo el 9% de éstos posee una edad entre 10 y 15 años. Conocer la edad de la flota vehicular tiene una gran importancia en la emisión de gases contaminantes ya que las tecnologías vehiculares fueron variando a lo largo del tiempo, por lo que los vehículos más nuevos y con poco uso poseen sistemas de control de emisiones a diferencia de los automóviles viejos que cuentan con tecnología obsoleta.

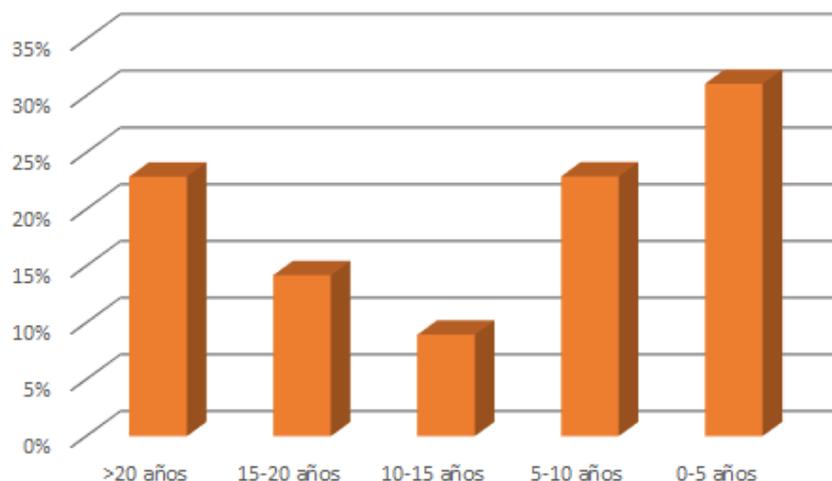


Figura 3.10 Edad del parque automotor de VCP - Fuente: elaboración propia en base a registros de la Municipalidad e VCP (2014)

Motocicletas: en Argentina el parque de motos está aumentando de manera sostenida desde hace varios años. En 2007 la venta de motos superó a la de automóviles y desde entonces ha mantenido niveles similares o crecientes. Esto se debe a que, por un lado, son vehículos más económicos que los automóviles y por el otro, a que las motocicletas han sufrido cambios sustanciales en lo técnico permitiendo de esta forma acercarlas a un público masivo (CAFAM, 2010).

Actualmente, en la ciudad de VCP, según el Registro Municipal hay 11276 motocicletas inscriptas desde el año 2000, las cuales varían según su cilindrada, peso y tecnologías. Tradicionalmente las motos se han clasificado de una manera mucho más clara que los automóviles, una de estas es según las especificaciones técnicas las cuales pueden ser:

- *Ciclomotor:* son aquellas motocicletas que contienen una cilindrada de hasta 50 centímetros cúbicos (cc) y que según la legislación argentina no puede exceder los 50 kilómetros por hora de velocidad.
- *Motocicleta:* se refiere a todos los vehículos de dos ruedas con motor a tracción propia de más de 50 cc. de cilindrada y que puede desarrollar velocidades superiores a 50 km/h.
- *Cuatriciclos:* es un vehículo de cuatro ruedas parecido a una motocicleta. Si bien en VCP hay cuatriciclos inscriptos en el registro, no está permitido su uso en calles y caminos. En teoría, sólo pueden ser utilizados en pistas diseñadas para tal fin, y con las medidas de seguridad determinadas. Más allá de la legislación de cada municipio, la ley argentina no permite la circulación de los cuatriciclos por no

tener la licencia de configuración de modelo, es decir que no cumplen con las normas básicas de seguridad que establece la ley.

- *Triciclos*: Tiene la parte delantera de una moto y una caja de carga con dos ruedas en la parte posterior.

Transporte público

Puede ser suministrado tanto por empresas públicas como privadas e incluye diversos medios como colectivos, taxis, remises, trolebuses, trenes y subte. Los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros y normalmente son servicios regulados y subvencionados por autoridades locales o nacionales. A los fines de este trabajo, se hará énfasis en los colectivos, taxis y remises ya que son los tipos de transporte público utilizados en la ciudad.

Colectivos: es un vehículo diseñado para transportar numerosas personas simultáneamente (su capacidad puede variar entre 10 y 70 pasajeros), donde los horarios están previamente pactados por el operador, por lo que los pasajeros deben adaptarse a sus horarios y rutas. Generalmente es usado en los servicios de transporte urbano e interurbano, y con trayecto fijo. Los colectivos son el medio de transporte más usado a nivel de transportes públicos por constituir una opción económica; sin embargo, cabe aclarar que es la única opción de transporte público masivo que existe en la ciudad (UNITAR, 2016). En VCP, actualmente se encuentran registrados 52 colectivos desde el año 2005, aunque, cabe mencionar que muchos de los autobuses que circulan en la ciudad pueden estar registrados en otras dependencias.

Colectivos urbanos: En VCP, debido al crecimiento poblacional y las extensiones de la ciudad, desde el año 2007, Autobuses Santa Fe brinda el servicio de transporte urbano de pasajeros. Actualmente se encuentran disponibles 52 unidades repartidas en 6 líneas (B1, B2, B4, B5, B6, B7, B9 y F1) que recorren toda la ciudad (ver anexo).

Colectivos interurbanos: son aquellos buses que permiten que la población se movilice dentro de la región, ya sea a Córdoba capital o al resto del valle de Punilla. Este tipo de servicios es utilizado por los habitantes de los municipios vecinos que viajan a diario, generalmente por motivos de trabajo y/o trámites, aunque también es utilizado por turistas que deciden recorrer el valle de Punilla. Algunas de las empresas que brindan este tipo de servicio son Car-Cor, Fono Bus, Lumasa, Sarmiento, Transportes Carlos Paz (Municipalidad de VCP, 2015).

Colectivos de larga distancia: existen vehículos que transportan pasajeros y realizan viajes desde todo el país a VCP y viceversa. La ciudad se encuentra en un constante movimiento de ingreso y de salida de personas, ya sea como destino final o simplemente una parada intermedia.

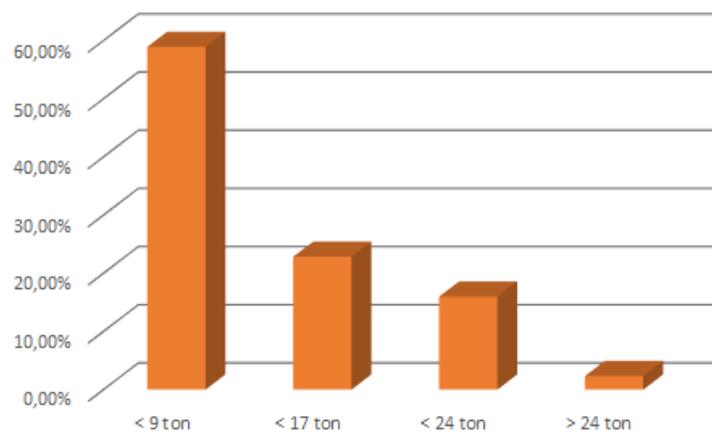


Figura 3.11 Cantidad de colectivos registrados por año en la ciudad - Fuente: elaboración propia con datos provistos por la Municipalidad (2014)

Taxis y remises: es un transporte público en el que se alquila un vehículo con un conductor (taxista o remisero) para el transporte de uno a cuatro pasajeros dirigidos a diferentes destinos por una tarifa acorde a la distancia recorrida. Este modo de transporte se diferencia de los colectivos por ser los pasajeros quienes determinan dónde son recogidos y hacia dónde se dirigen (servicio puerta a puerta). La principal diferencia entre los remises y los taxis es que estos últimos tienen la obligación de parar en la vía pública a pasajeros ocasionales, en cambio, los remises se toman en la agencia o se solicitan telefónicamente, además de tener un costo mayor que los taxis. En la ciudad de VCP, los taxis están regulado por la ordenanza N° 4740 que establece ciertos requisitos que deben ser cumplidos para poder circular, mientras que los remises son regidos por la ordenanza N° 2670. Según el Departamento de Transporte de la ciudad, actualmente existen 171 licencias otorgadas para taxis, entre las permanentes y las temporarias. Estas últimas abarcan la temporada alta (desde el 10 de diciembre hasta el primer domingo de marzo) donde la demanda crece exponencialmente debido a la cantidad de turistas; para el caso de los remises solo existen 75 licencias otorgadas por el gobierno local. La gran mayoría de los vehículos destinados a brindar estos servicios, son convertidos a GNC debido a que resulta más rentable que los otros combustibles.

Es necesario aclarar que el número de vehículos aumenta considerablemente los fines de semana y durante las épocas de mayor afluencia turística. Esto se debe principalmente a que la ciudad de VCP es uno de los principales destinos turísticos nacionales y también a la cercanía que tiene la ciudad a la capital cordobesa, lo cual implica un mercado potencial cercano al millón y medio de personas. La estructura vial, si bien es eficiente y de buena resolución en calidad y diseño, presenta serios inconvenientes debido al considerable aumento en la cantidad de vehículos, con una saturación de las vías de tránsito durante las épocas de mayor afluencia turística (Municipalidad de VCP, 2014).

A continuación en la figura 3.12, elaborado en base a los datos proporcionados por el Observatorio Turístico de la Municipalidad de Córdoba, se muestra la fluctuación del flujo vehicular por mes para el año 2016 registrado por el peaje de la Ruta N°20 de la autopista Córdoba - VCP.

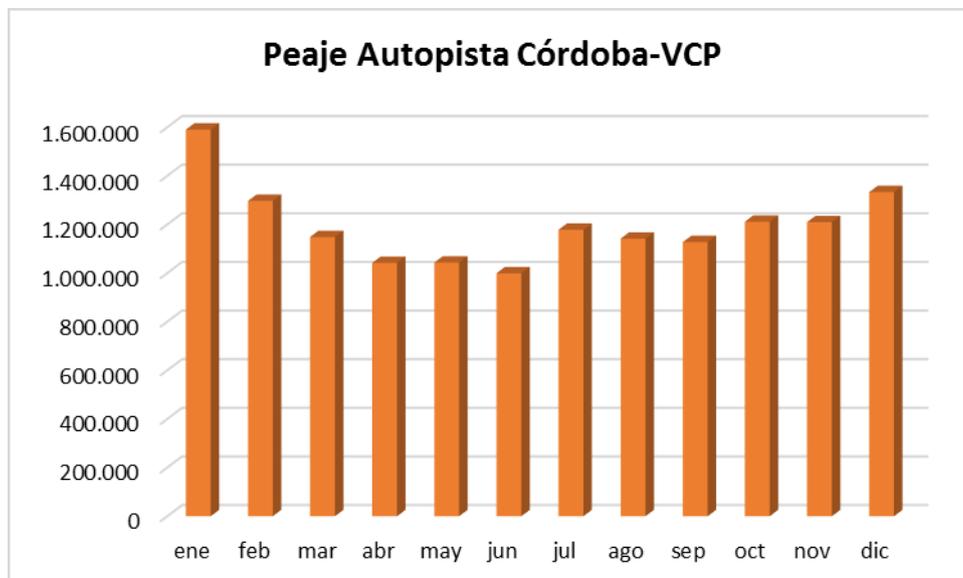


Figura 3.12 Tránsito mensual registrado en el peaje Córdoba - VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014)

Transporte no motorizado

El TNM no solo tiene una serie de impactos ambientales positivos, sino que también implica diversas ventajas para el sistema de transporte urbano:

- No generan contaminación atmosférica ni acústica.
- Son usuarios más eficientes del escaso espacio vial, ayudando a combatir la congestión.

- Son los medios más eficientes y ambientalmente sostenibles para hacer viajes cortos.
- El uso de TNM para transporte de mercancías también es económicamente significativo como una parte importante de la cadena de suministro en muchas ciudades.
- Incrementar la participación modal de la bicicleta y los desplazamientos a pie puede reducir la dependencia del país del petróleo importado.
- Además, el TNM es el medio de transporte más importante para los grupos de ingresos bajos de la ciudad, ya que estudios realizados en otros países afirman que más de la mitad de los viajes de los pobres se realizan a pie o en bicicleta (UNITAR, 2016).

A pie

La caminata es la forma más eficiente, de menor costo, sin consumo de combustible y menos contaminante de viajar, por lo que se considera que el transporte peatonal es el modo de mayor sustentabilidad. Para viajes muy cortos (por lo general hasta 3 km), la caminata es el principal modo de transporte en la mayoría de las sociedades, ricas o pobres (UNITAR, 2016).

En el caso de VCP un sector del centro, solo en temporada alta, se convierte en un área peatonal mixta, que combina la circulación vehicular de día, con la de circulación exclusivamente peatonal durante el atardecer y la noche. Las calles peatonales permiten disminuir el riesgo de accidentes viales, y allí se localizan gran cantidad de comercios que generan importantes ganancias económicas.

A su vez, la Municipalidad implementó una medida para alentar las conductas más saludables en la población: el cierre permanente de un sector de la costanera del lago San Roque (1,7 km) al tránsito vehicular con el objeto de habilitarlo a peatones, ciclistas, skaters, rollers y todo aquel que disfruta de la ciudad libre de motorización, con un fin recreativo. La aceptación de este proyecto por parte de la ciudadanía es significativa.



Imagen 3.16 Peatonal de VCP en temporada alta - Fuente: La Voz del Interior (2015)

Bicicletas

En comparación con la caminata, la bicicleta aumenta la eficiencia considerablemente con respecto a la velocidad y capacidad de carga y es asequible para todos los ciudadanos. En VCP no existen bicisendas, pero en los perímetros del lago y río existen ciclovías que fueron concebidas con propósitos recreacionales y no de una manera funcional, es decir, la red no fue pensada como una alternativa de transporte y se plantearon por tramos sin continuidad o conexión en su trama. Además, dichas ciclovías también se utilizan para correr, pasear animales, andar en rollers o en patinetas, caminar en grupos y otros usos. Durante el relevamiento llevado a cabo para realizar la estimación de los contaminantes, se observó que un número de ciclistas circulan tanto por las avenidas principales como las secundarias, obligados a compartir las arterias con los diferentes medios de vehículos motorizados, lo cual implica un mayor riesgo de accidentes. Entre otros problemas para desplazarse en bicicleta, que desalientan hoy esta forma de movilidad, podemos nombrar la inexistencia de una red exclusiva para bicicletas, inexistencia de espacios para estacionamiento fuera o en calzada y la ausencia o deficiencia de normativas acorde a la tipología del vehículo.



Imagen 3.17 Costanera del Lago de VCP - Fuente: La Voz del Interior (2015)

3.3.3 Estructura vial de VCP

La red vial principal es estructurante de la forma urbana; en el caso de VCP, según el “Plan 2020” de la Municipalidad, ésta se desarrolla en base al lago y los ríos y se encuentra constituida por las rutas de conexión interurbanas hacia el Valle de Punilla y hacia el Valle de Traslasierra, desde Córdoba, conformando una “Y” que en su intersección anilla el área central.

Debido a la falta de jerarquización vial, se provocan situaciones de conflictos y gran congestión en horas picos, durante la época estival, obligando a la habilitación de vías barriales como colectores regionales. Por otro lado, debido a la importancia que tiene la ciudad con la región, las vías están sometidas a tránsito pesado y de velocidad, lo que constituye una incompatibilidad funcional con el uso urbano.

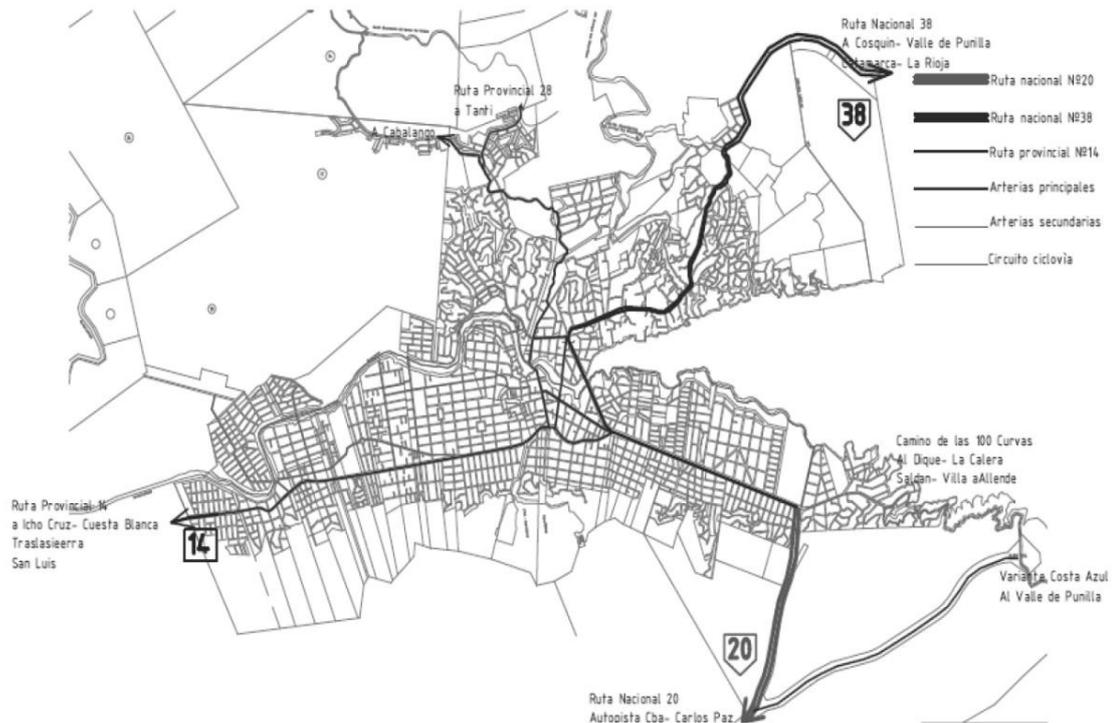


Imagen 3.18 Plano de VCP - Fuente: Municipalidad de VCP (2014)

En época turística, la principal arteria a la altura del centro se peatonaliza temporariamente por la tarde y noche con un desvío del tránsito hacia otras vías, lo cual genera más problemas de circulación en estas épocas del año.

Con respecto a las áreas de estacionamiento, las mismas son escasas como tal y, en su mayoría, se resuelven sobre las calzadas. El estacionamiento es rentado en toda el área central y su periferia más próxima, y está gestionado por la Municipalidad.

Es necesario mencionar que la ciudad cuenta con 172 km de calles pavimentadas (con hormigón o asfalto), lo que constituye el 51% de la red vial de la ciudad. En la actualidad crece la tendencia del uso de adoquinado semipermeable para la consolidación de pavimentos, tecnología que favorece la absorción de aguas pluviales y disminuye la velocidad de las escorrentías. Por otro lado, la ciudad tiene la desventaja de contar con una estructura natural irregular, lo cual condiciona el trazado de la red vial y dificulta la fluidez del tránsito vehicular (Municipalidad de VCP, 2015).

Micro- Región de VCP

La ciudad de VCP forma parte de la Región Metropolitana Córdoba y la Región de Punilla debido a su ubicación y las conexiones viales con otros municipios; sin embargo, la ciudad es el centro polarizador de su micro-región, la cual presenta tres ejes de desarrollo formados por comunas y municipios que presentan problemáticas comunes, además de una base natural, recursos paisajísticos y ambientales compartidos. En la siguiente imagen podemos observar los ejes de desarrollo de la micro-región de VCP:

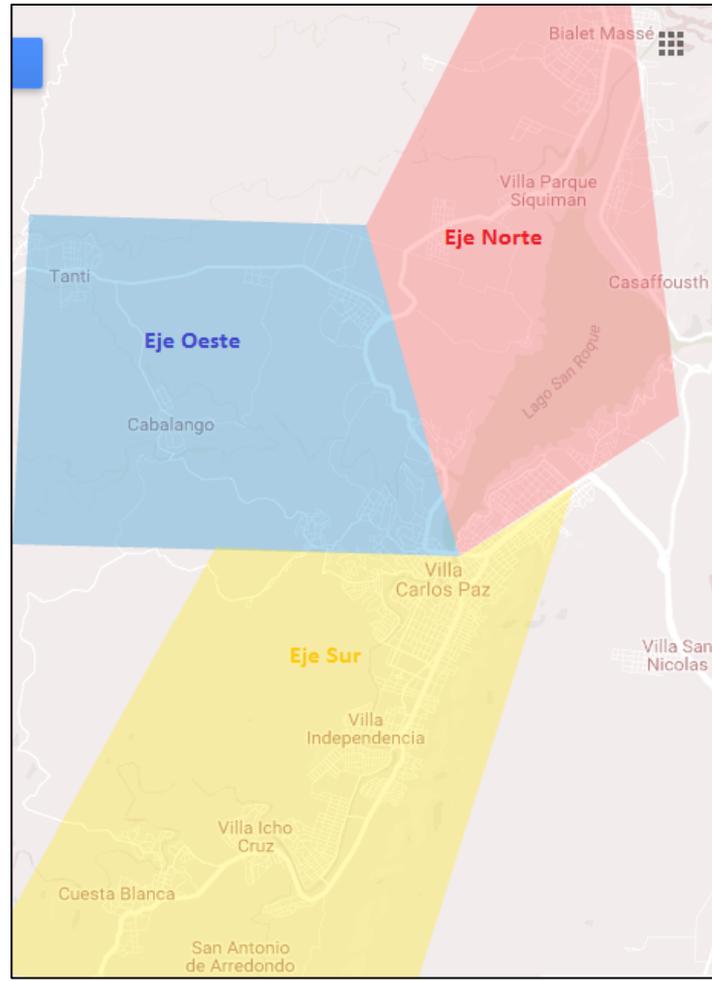


Imagen 3.19 Micro-región de VCP - Fuente: elaboración propia con datos provistos de la Municipalidad de VCP (2014)

Por lo tanto, al ser el centro de su microregión, VCP es una ciudad de paso de muchos habitantes y comerciantes que tienen que atravesar la ciudad para llegar a otras comunas y localidades por lo que hay un gran tráfico de vehículos de todo tipo, pesados y livianos.

3.4 Estimación de las emisiones de GEI y otros contaminantes atmosféricos producidos por las fuentes móviles

En el siguiente capítulo se desarrollará la metodología utilizada para la estimación del inventario de las emisiones vehiculares. En primer lugar, se explicará en qué consiste el modelo para luego describir el trabajo a campo realizado siguiendo las etapas del mismo; por último, se realizará el procesamiento de la información obtenida con sus correspondientes resultados.

3.4.1 Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares.

El modelo IVE, llamado así por sus siglas en inglés (International Vehicle Emission Model), fue diseñado para estimar los contaminantes atmosféricos locales, gases responsables del efecto invernadero y tóxicos emitidos por los vehículos motorizados para países en vías de desarrollo debido a su bajo costo de implementación. Dicho modelo fue creado por el Centro para la Investigación y Tecnología Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de California en Riverside en conjunto con la Investigación de Sistemas Sustentables Globales y el Centro de Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales, y fue financiado por la Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos (EPA) (ISSRC, 2008).

El modelo IVE tiene como objetivo servir de soporte a ciudades y regiones para

- Desarrollar estrategias efectivas de control y planificación del transporte.
- Predecir el efecto de diferentes estrategias de control sobre las emisiones locales,
- Caracterizar la evolución temporal de las emisiones.

El proceso de estimación de las emisiones con el modelo IVE consiste en multiplicar los factores de emisión base por cada uno de los factores de corrección y por la distancia-vehículo para cada tipo de tecnología. Este cálculo se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q(t) = B(t).K_1(t).K_2(t)...K_x(t)$$

Donde “B” es el factor de emisión “Base”, los “K_i” son los factores de corrección y “Q” es la emisión por tipo de vehículo (ISSRC, 2008).

El modelo está diseñado para utilizar factores de emisión nuevos o ya existentes, junto a datos locales de sencilla recolección para cuantificar las siguientes entradas esenciales:

- 1) Características de la flota vehicular local mediante encuestas y filmaciones (antigüedad, kilómetros recorridos, tamaño del motor, tipo de combustible, tecnologías para el control de emisiones, etc.)
- 2) Caracterización de los patrones de conducción a través de la medición directa, y
- 3) El aforo vehicular en distintos puntos de la ciudad.

Hasta la fecha, el modelo IVE ha sido usado en África (Kenia y Nigeria), Asia (China, India, Corea y Kazajstán), Europa (Turquía), Norteamérica (Estados Unidos y México) y Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú).

Es importante remarcar que se trata del primer estudio de este tipo en una ciudad argentina diferente del Gran Buenos Aires. Además, se trata del primer paso dado por la ciudad de VCP para cuantificar las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero.

El modelo IVE consta de cuatro etapas para llevar a cabo la estimación de los contaminantes atmosféricos emitidos por la flota vehicular de la ciudad.

Previo a esto fue necesario realizar la planificación del trabajo a campo para luego recolectar los datos de una forma organizada. Para ello, se dividió la zona urbana en tres, basada en la estructura urbana y las barreras naturales.

En primer lugar, se procedió a realizar el trazado de dos circuitos (uno conformado por las calles principales y otro por las calles secundarias) en cada una de las zonas mencionadas. Este trazado se realizó en conjunto con habitantes y trabajadores de la Municipalidad de VCP utilizando las herramientas de Google Maps. Una vez definidos los circuitos se procedió a determinar las intersecciones más transitadas de la ciudad de cada uno de los tres sectores con el objetivo de caracterizar el flujo vehicular en los puntos potencialmente de mayores emisiones.

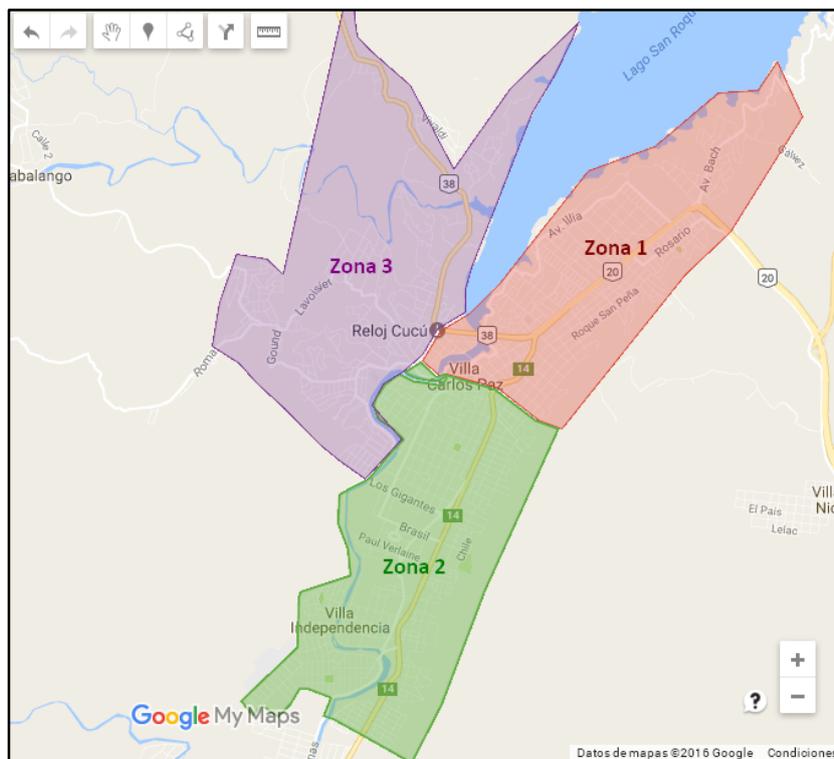


Imagen 3.20 División de la ciudad por zonas - Fuente: elaboración propia (2017)

Habiendo establecido estas bases, se procedió a realizar el trabajo en campo para la obtención de la información necesaria, el cual está predeterminado por el modelo y consta de cuatro etapas:

Caracterización de los patrones de conducción

Un aspecto importante en la determinación de emisiones vehiculares es la forma en que los vehículos son conducidos en la zona, por lo que esta etapa consiste en realizar una campaña de medición para conocer el patrón de conducción de los habitantes. Para ello se recolectaron datos segundos a segundo de velocidad y posición geográfica (latitud, longitud y altitud) mediante un monitor de actividad vehicular llamado VAM (Vehicle Activity Monitor, por sus siglas en inglés), que se adiciona al vehículo y que cuenta con un sensor de posicionamiento global (GPS) de alta resolución, una memoria de adquisición de datos y un batería recargable (Rojas, 2015).

Los patrones de conducción son definidos por la velocidad instantánea y la aceleración, incluyendo además la pendiente de la vía. Estas variables influyen sobre la generación de emisiones, y pueden incrementar las emisiones de CO hasta 200 veces (IVE Model, 2008). Esta etapa se realizó según el tipo de vehículo, de la siguiente forma:

Automóviles particulares

En una primera instancia, se seleccionaron los circuitos que recorrerían los vehículos a evaluar, en base a la estructura urbana de la ciudad. Como ya se explicó anteriormente, en cada zona se establecieron dos recorridos en base al flujo vehicular de las calles: circuito A (vías principales) y B (vías secundarias).

En una segunda instancia, se determinó un cronograma donde se especificaron los días a recorrer, considerando tanto días de la semana como del fin de semana, para tener en cuenta la variación del flujo vehicular de la ciudad. Las mediciones se realizaron durante seis días, dos en cada zona, en ambos turnos: mañana (7:00-14:00 hs) y tarde (14:00-21:00 hs) para incluir horarios pico de máxima actividad y horarios valle donde la actividad es mínima. Luego se realizaron las mediciones con las VAMs anexando el dispositivo a automóviles particulares. Se recorrieron los circuitos establecidos durante siete horas (en cada hora 45 minutos de conducción y 15 de descanso), en dos vehículos simultáneamente: uno en el circuito A y otro en el B de una misma zona, intercambiando a cada hora entre sí. Estas mediciones se llevaron a cabo entre el 6 y el 18 de abril del año 2016 e involucró la participación de 15 personas. A continuación, en la siguiente tabla se resume esta información:

Tabla 3.10 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para autos particulares

VEHÍCULO	FECHA	TURNO
Auto particular 1 Auto particular 2	06/04/2016	Tarde
Auto particular 1 Auto particular 2	07/04/2016	Mañana
Auto particular 1 Auto particular 2	09/04/2016	Tarde
Auto particular 1 Auto particular 2	11/04/2016	Mañana
Auto particular 1 Auto particular 2	17/04/2016	Tarde
Auto particular 1 Auto particular 2	18/04/2016	Mañana



Fuente: elaboración propia (2017)

Taxis y remises

Para este tipo de vehículos se optó por contactar a taxistas y remiseros que voluntariamente permitieron la colocación de las VAMs. Esto se realizó durante dos días completos, incluyendo ambos turnos, en cuatro vehículos diferentes:

Tabla 3.11 Detalle de campaña de conducción de taxis y remises

VEHÍCULO	FECHA	TURNO
Taxi 1	29/03/2016	Tarde
	30/03/2016	Mañana
Taxi 2	29/03/2016	Tarde
	30/03/2016	Mañana
Remis 1	18/03/2016	Tarde
	19/03/2016	Mañana
Remis 2	18/03/2016	Tarde
	19/03/2016	Mañana



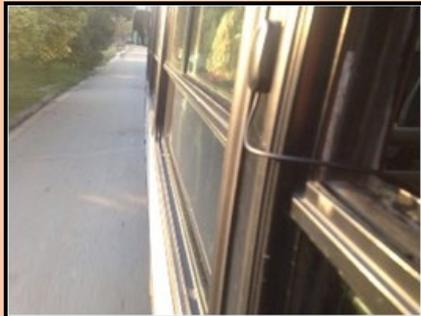
Fuente: elaboración propia (2016)

Colectivos

Para conocer el patrón de conducción de los colectivos se decidió recorrer con la VAM los circuitos normales de los colectivos urbanos, intentando abarcar la mayor superficie de la ciudad durante las 7 horas que duraba cada turno. A su vez, en cada recorrido, se intentó circular por la mayor cantidad de líneas posibles (ver anexo).

Tabla 3.12 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para colectivos

COLECTIVOS		
RECORRIDOS	FECHA	TURNO
1	17/03/2016	Mañana
2	18/03/2016	Tarde



Fuente: elaboración propia (2016)

Camiones

En este caso, para realizar las mediciones, se colocaron las VAMs en cuatro camiones de la Municipalidad utilizados para realizar tareas de mantenimiento en la ciudad. Las mediciones se realizaron durante tres días a la mañana y dos días a la tarde en el recorrido habitual de los camiones, de 7 a 20 hs.

Tabla 3.13 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para camiones

VEHÍCULO	FECHA	TURNO
Camión 1	16/03/2016	Mañana
Camión 2	16/03/2016	Mañana
Camión 3	29/03/2016	Tarde
	30/03/2016	Mañana
Camión 4	18/04/2016	Tarde
	19/04/2016	Mañana



Fuente: elaboración propia (2016)

Motocicletas

En este caso y al igual que los camiones, se recurrió a trabajadores de la Municipalidad (área de tránsito y la seguridad vial). En estos vehículos, las VAMs recogieron información durante tres días a la mañana y tres días a la tarde, siguiendo su recorrido habitual.

Tabla 3.14 Detalle de la campaña de medición de patrones de conducción para motos

VEHÍCULO	FECHA	TURNO
Motocicleta 1	22/03/2016	Tarde
	23/03/2016	Mañana
Motocicleta 2	22/03/2016	Tarde
	23/03/2016	Mañana
Motocicleta 3	22/03/2016	Tarde
	23/03/2016	Mañana



Fuente: elaboración propia (2016)

Estudio del flujo vehicular

La segunda etapa consistió en realizar filmaciones en la ciudad para conocer el flujo vehicular. En el estudio, se filmó el tráfico en las intersecciones más transitadas de los circuitos (determinadas anteriormente) para poder caracterizar con mayor exactitud la flota circulante, lo cual brindó información acerca de la cantidad y los tipos de vehículos que circulan por la ciudad.

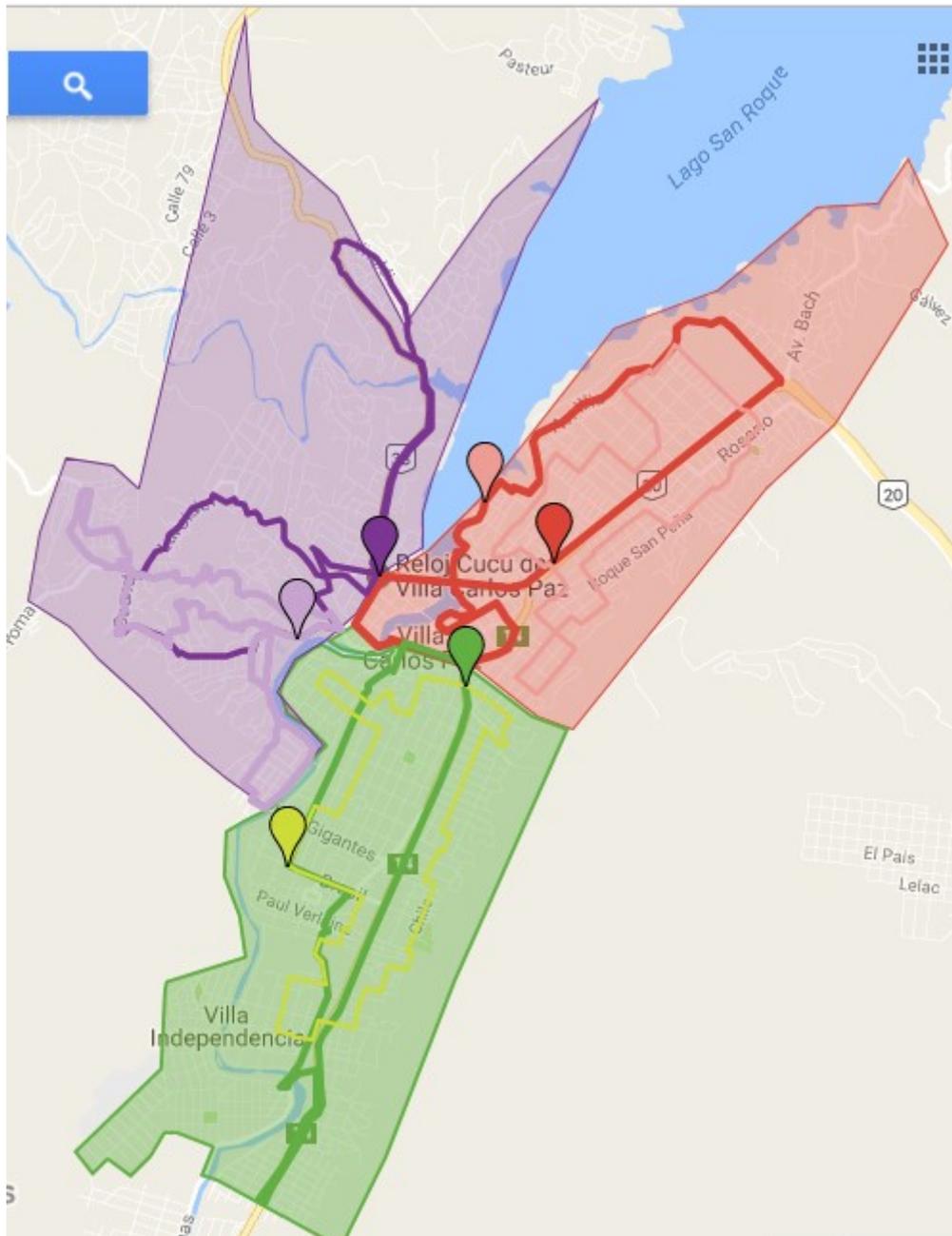


Imagen 3.21 Mapa de VCP con las intersecciones donde se realizaron las filmaciones - Fuente: elaboración propia (2017)

Las filmaciones fueron realizadas en los meses de junio, julio y agosto del año 2016 en diversos días y horarios. Estos videos se llevaron a cabo en el transcurso de seis días

durante 7 horas seguidas, donde se grabaron 15 minutos de cada hora por intersección. Este trabajo se realizó en dos turnos, al igual que en la determinación de los patrones de conducción, por la mañana y por la tarde.

Por otro lado, y simultáneamente, se realizó el conteo de los vehículos que circulaban por las calles de la ciudad clasificados en las cinco categorías establecidas anteriormente, incluyendo además las bicicletas, ya que se trata de un medio de transporte que debe ser considerado como tal a la hora de realizar la planificación urbana.

Al igual que la caracterización de los patrones de conducción, las filmaciones se llevaron a cabo en días de semana y de fin de semana, en los diferentes turnos, para determinar las diferencias del flujo vehicular de las intersecciones seleccionadas.

Luego de haber realizado el trabajo en campo, se procesó la información recolectada revisando en cámara lenta cada una de las filmaciones para conocer con exactitud la cantidad y tipología de vehículos circulantes por las vías. Se recolectó información de 1230 minutos que equivalen a 21 horas de filmación durante los seis días mencionados anteriormente en diferentes zonas de la ciudad.

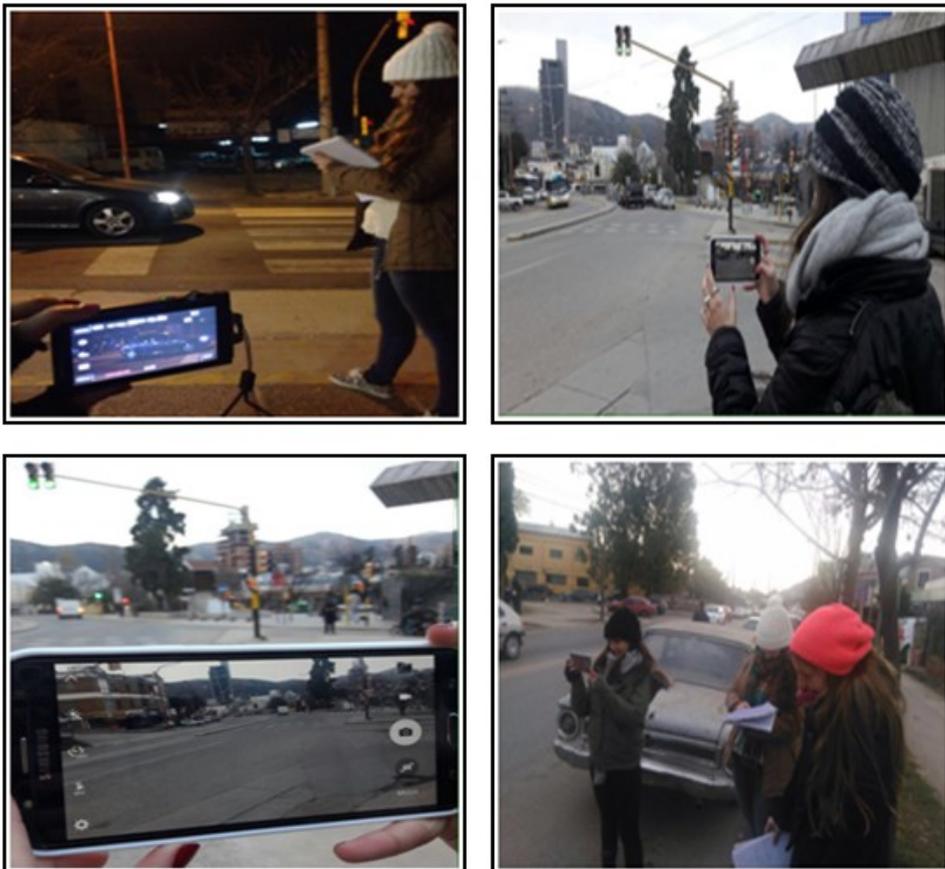


Imagen 3.22 Filmaciones en las calles de VCP - Fuente: elaboración propia (2016)

Caracterización de tecnologías vehiculares

Debido a que las filmaciones no brindan información detallada para caracterizar la flota vehicular local de acuerdo a las tecnologías, se llevó a cabo una tercera etapa en la cual se realizaron encuestas para conocer la distribución de las tecnologías vehiculares. Éstas se aplicaron a cada categoría vehicular (automóviles particulares, taxis/remises, motocicletas, colectivos y camiones).

Adicionalmente, para complementar las encuestas y lograr así caracterizar con mayor exactitud la flota vehicular local, se obtuvo la base de datos del Registro del Automotor de VCP suministrada por la Municipalidad. De esta manera, se llevaron a cabo dos tipos de encuestas, con diferentes fines y metodologías:

Encuesta “Ciclos de encendido y apagado del motor”

Esta encuesta se realizó exclusivamente para los automóviles particulares y consistió en entregarle una planilla (ver Anexo) a voluntarios para que la completarán durante varios días. En esta planilla, el conductor voluntario debía registrar la hora precisa de cada encendido y apagado, cualquiera sea el motivo o distancia a recorrer.

En total se registraron 130 días y a partir de esta encuesta se recolectó información sobre el número de veces que el motor del vehículo fue encendido y apagado, así como el número de veces que el motor parte en frío, es decir a temperaturas menores a las temperaturas de régimen. Mientras más frío sea el arranque del motor, mayor será el volumen de las emisiones ya que la eficiencia de la combustión está directamente relacionada con la temperatura de trabajo del motor. Además, si el vehículo se encuentra equipado con un sistema catalizador, el tiempo en llegar a la temperatura óptima de operación, también depende de la temperatura inicial (IVE model, 2008).

Período “Soak”

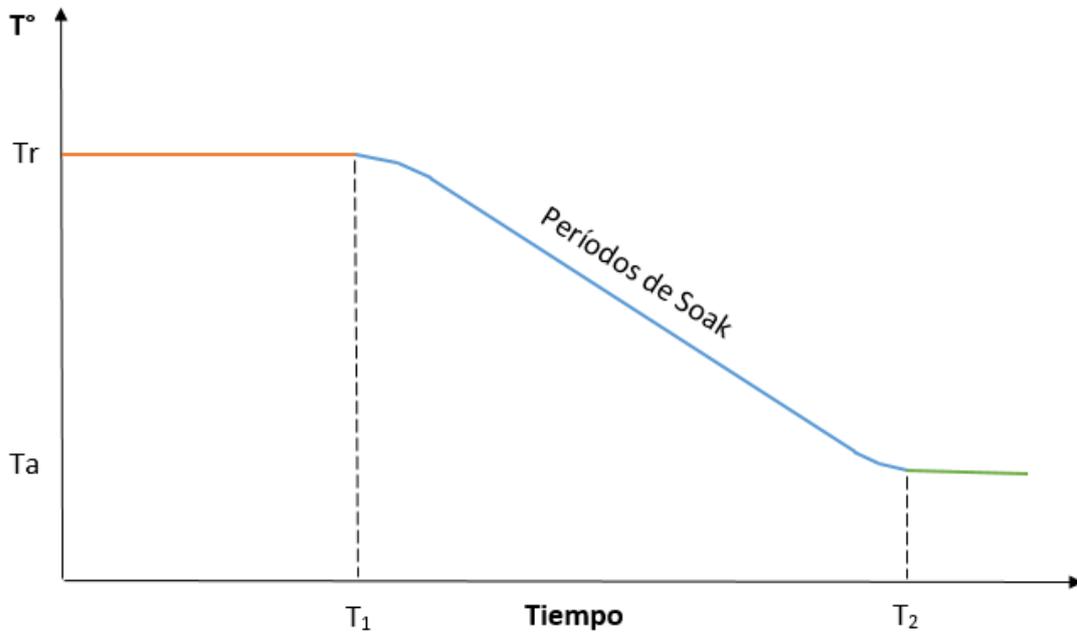


Figura 3.13 Períodos SOAK en función del tiempo y temperatura - Fuente: elaboración propia (2017)

Cuando el vehículo está en funcionamiento durante un período de tiempo, el motor alcanza la temperatura de régimen (T_r), que por lo general varía entre los 80-100 °C. Si se observa la figura 3.13, en el tiempo “ T_1 ”, el motor se apaga y comienza a enfriarse, mientras que en “ T_2 ”, el motor se ha enfriado completamente llegando a la temperatura ambiente.

Esta etapa se la conoce como período “Soak”, y hace referencia al período de tiempo en el que el motor ha estado apagado antes de volver a ponerlo en marcha nuevamente. En el modelo IVE se distinguen 10 períodos de Soak, los cuales se muestran en la Tabla 3.15

Tabla 3.15 Categorías de SOAK para patrones de partidas en el modelo IVE

Descripción de Bin	Comienzo de Período de Soak (minutos)	Final de Período de Soak (minutos)
15 min	0	15
30 min	16	30
1 hora	31	60
2 horas	61	120
3 horas	121	180
4 horas	181	240
6 horas	241	360
8 horas	361	480
12 horas	481	720
18 horas	721	n/a

Fuente: elaboración propia (2017)

Esto significa que, si por ejemplo se apagará el motor y a los 15 minutos se lo vuelve a encender, se emitirán menos contaminantes que si el motor se encendiera luego de 12 horas haber estado apagado. Por supuesto, también influye la temperatura ambiente, por ejemplo, en invierno el motor en principio tardaría más tiempo en alcanzar la temperatura de operación en comparación con el verano.

En el caso de camiones, colectivos, motos, taxis y remises no se realizó encuesta de encendido y apagado, sino que la información requerida fue determinada empleando los datos registrados por las VAMs.

Conocer el tiempo en el que un vehículo está en reposo es importante ya que permite estimar el número de veces que el motor parte totalmente en frío (es decir, luego de 12 horas o más de reposo), en caliente (cuando el motor ha estado en reposo hasta 5 minutos) y en los diferentes estadios (períodos Soak), lo cual permite estimar el nivel de emisiones.

Encuesta “Tecnología vehicular”

Por otro lado, la encuesta de tecnología se realizó a choferes de todas las categorías de vehículos motorizados con el objetivo de obtener información sobre la distribución tecnológica y la edad del parque vehicular.

A continuación, se describen las particularidades de cada tipo de vehículo considerado: Automóviles y taxis/remises: Se realizaron 161 encuestas a conductores de automóviles particulares mientras que, en el caso de taxis y remises, se encuestaron a 36 choferes con

el objetivo de obtener la siguiente información: marca, modelo, cilindrada, uso del aire acondicionado, kilometraje, año del vehículo o patente, tipo de combustible utilizado, características del sistema de entrega, y por último el sistema de control de emisiones con el que cuenta el vehículo (ver anexos).

Al momento de realizar las encuestas, muchos automovilistas desconocían qué es un catalizador y si su vehículo contaba con dicho control de emisiones, por lo que en esos casos se empleó como base lo dispuesto por el decreto 779/1995, que reglamenta la ley nacional de tránsito, el cual dice que los fabricantes deben garantizar los límites máximos establecidos de emisiones de escape durante 80000 km o 5 años para los vehículos automotores livianos.

Como se mencionó anteriormente, las válvulas PCV son un sistema desarrollado para extraer los gases o los vapores del cárter para introducirlos y recircularlos en la cámara de combustión para luego ser quemados. En las encuestas, casi la totalidad desconocía lo que era y si su vehículo contaba con dicho sistema de control de emisiones evaporativas, por lo que esto fue resuelto consultando a mecánicos e ingenieros especialistas.

Motos: La encuesta de Tecnología Vehicular de motos (ver anexos) se realizó sobre 52 conductores, con el objetivo de obtener la siguiente información: marca, modelo, año del vehículo o patente, cilindrada, kilometraje, tipo de motor (2T/4T), sistema de entrega (inyeccion/carburador) y sistema de control de emisiones.

Camiones y colectivos: En este caso sólo se realizaron 12 encuestas a choferes de colectivos y camiones (ver anexos). Por ello, se decidió complementar la información obtenida con la base de datos de los vehículos inscriptos en el registro de automotores de la ciudad.

Procesamiento: obtención de resultados

A partir del procesamiento de las etapas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Con las filmaciones se pudo estimar que la zona más transitada es la zona 3 donde llegaron a circular aproximadamente 8945 vehículos en las 14 horas en las cuales se realizaron los videos, mientras que en la zona 1 circularon 8866 y en la zona 2, 8332 vehículos aproximadamente. Si bien los números son muy similares, estos resultados nos brindan una idea aproximada de la zona con mayor circulación de vehículos.

Los horarios pico donde circula un mayor número de vehículos generalmente coinciden con los horarios de ingreso y salida de lugares de trabajo y escuelas de la zona. En el turno mañana se observó que los vehículos comienzan a transitar con mayor frecuencia a partir de las 07:00 hs hasta alcanzar su pico a las 13:00 hs. Luego, en el turno tarde, se evidenció que disminuye el flujo vehicular y luego comienza a aumentar gradualmente hasta alcanzar la mayor circulación diaria a las 18:00 hs.

A partir de los conteos y filmaciones, podemos afirmar que del total de los vehículos que circulan en la ciudad el 83% corresponde a automóviles particulares, afirmando que en VCP predomina el uso de vehículos privados frente al transporte público. En el siguiente figura se evidencia lo antes dicho:

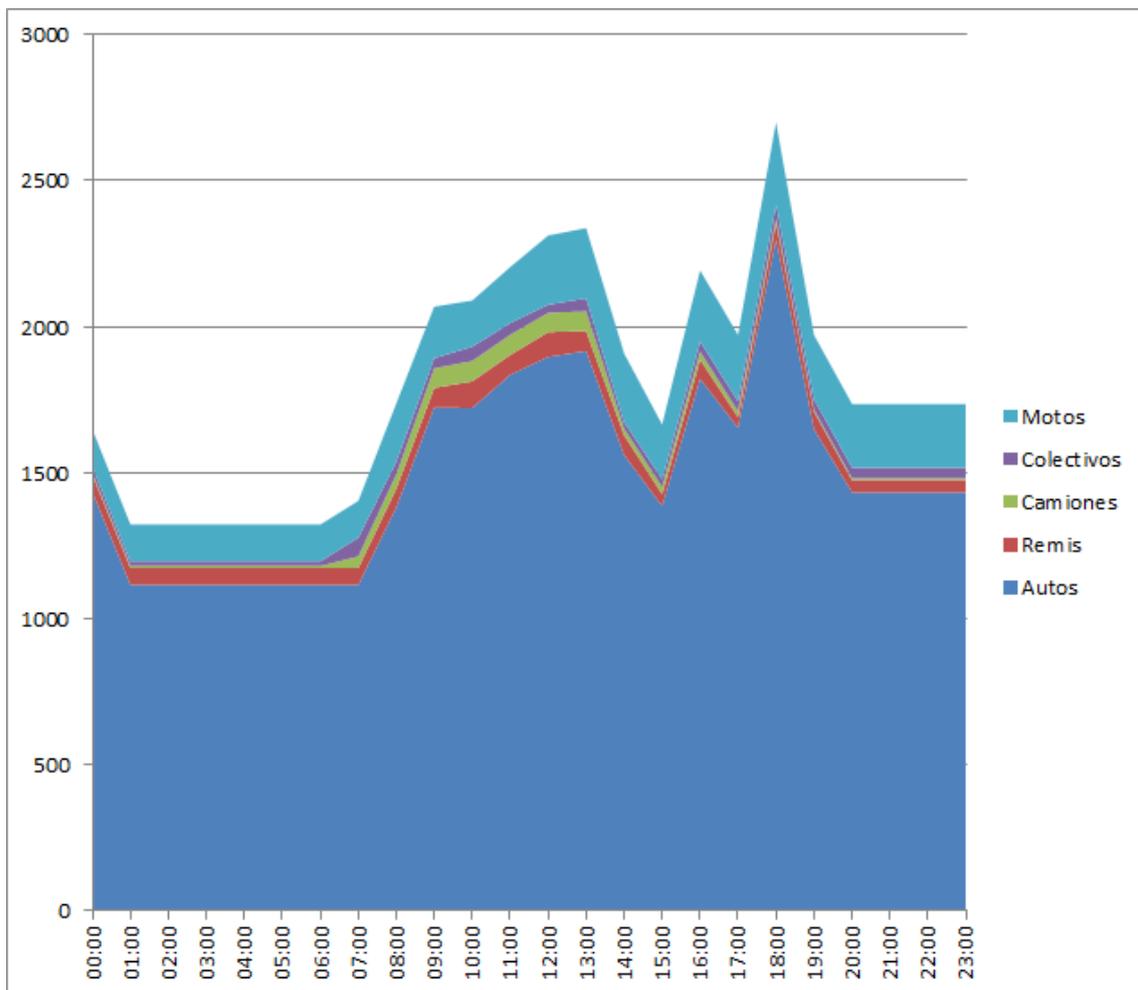


Figura 3.14 Variación del flujo vehicular por hora - Fuente: elaboración propia (2017)

A partir de la encuesta de encendido-apagado, se puede afirmar que en la mayoría de los casos se emplea el automóvil para viajes cortos ya que los tiempos de uso más frecuentes van desde 0 a 15 minutos. Para una ciudad del tamaño y características de VCP, este tipo de viajes podría realizarse utilizando medios de transporte alternativos no motorizados, aumentando la eficiencia de la movilidad urbana.

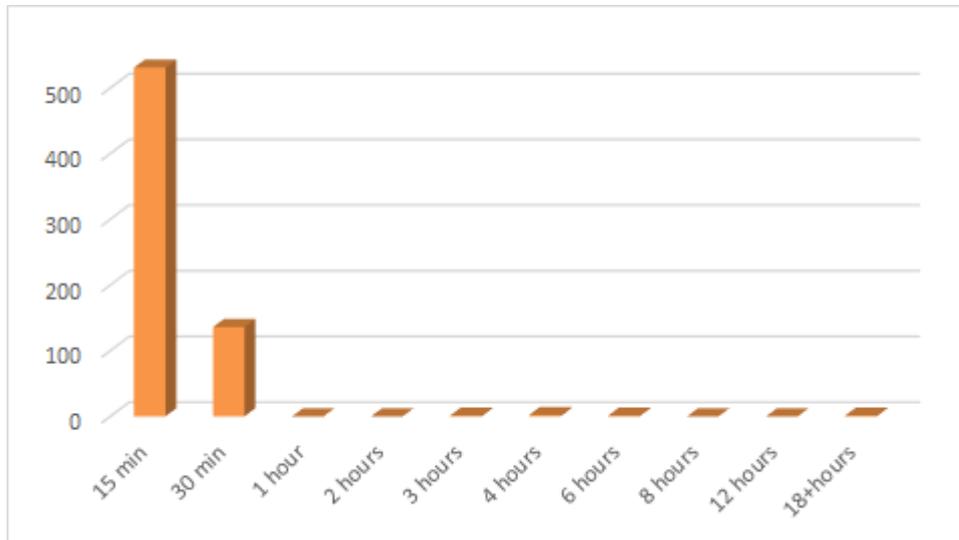


Figura 3.15 Tiempo de uso de los automóviles - Fuente: elaboración propia (2017)

A su vez, con la encuesta de encuesta de encendido y apagado junto con la información brindada por las VAMs, se pudo obtener el tiempo de uso y de reposo de los diferentes vehículos:

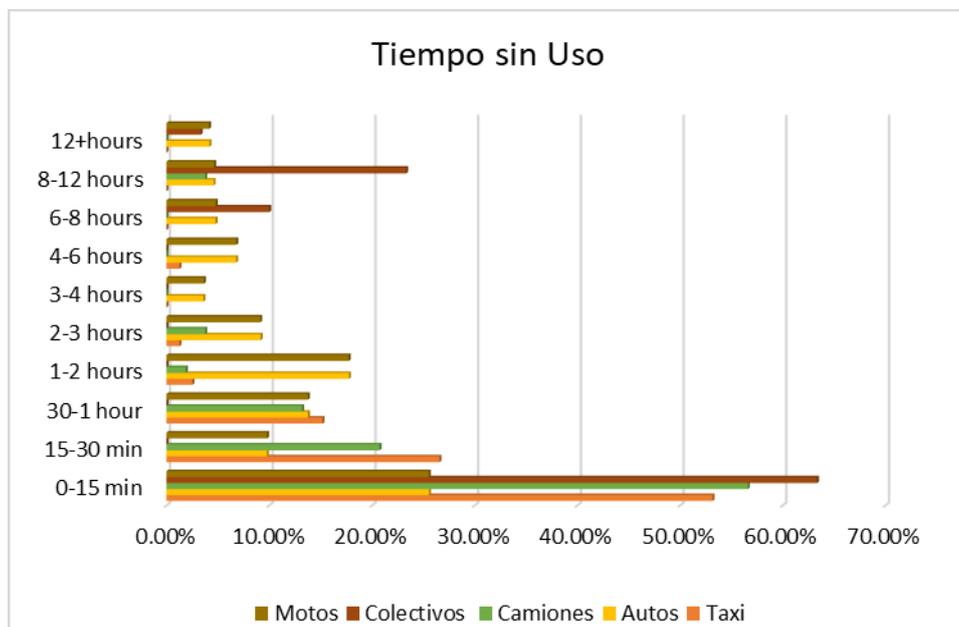


Figura 3.16 Tiempo sin uso - Fuente: elaboración propia (2017)

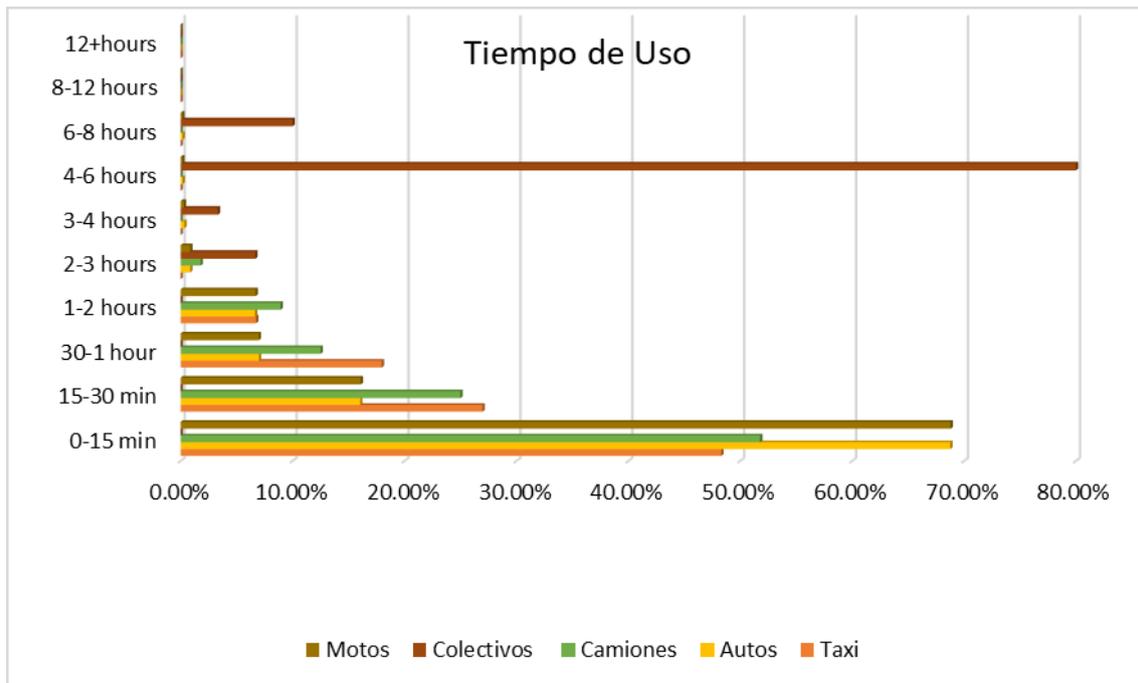


Figura 3.17 Tiempo de uso - Fuente: elaboración propia (2017)

A partir de la figura 3.17 se concluye que para todos los vehículos (a excepción de los colectivos) los viajes más frecuentes son de 0 a 15 minutos por lo que, se afirma que los vehículos se utilizan para viajes cortos. En el caso de los colectivos urbanos, debido a que circulan durante varias horas continuas durante la mayor parte del día, se observa que los viajes son más extensos ya que solo se detienen para realizar tareas de limpieza, carga de combustible o relevos.

A su vez, con la figura 3.16 se observa que en la mayoría de los casos, el motor se apaga durante períodos cortos (0 a 15 minutos); ésto sumado a que se realizan viajes a corta distancia, nos permite afirmar que en la mayoría de los casos los vehículos parten en caliente o en los primeros períodos de Soak, emitiendo menos ya que el motor se encuentra en temperaturas de régimen.

Por otro lado, los resultados de la encuesta de tecnología vehicular revelaron que solo el 40% de los automóviles de la ciudad poseen catalizador, lo cual implica que el potencial de disminución de emisiones es enorme si sólo se regulara y controlara dicho sistema. Este gran porcentaje de vehículos sin sistema catalizador se debe principalmente a que luego de un tiempo, dicho sistema comienza a deteriorarse afectando el desempeño del automóvil. Una vez alcanzada la vida útil de los catalizadores, éstos son quitados sin reposición y en consecuencia el vehículo circula sin dispositivo de control de emisiones.

En el caso motocicletas, los resultados revelaron que sólo el 13,4% de los vehículos poseen catalizador e inyección electrónica (sólo aquellos modelos importados de alta gama), mientras que la mayoría de las motocicletas circulantes en la ciudad (aproximadamente el 86,6%) cuentan con tecnología obsoleta ya que utilizan carburador como sistema de inyección de combustible y no poseen convertidor catalítico para el control de emisiones.

En cuanto a los taxis y remises, el 66% de los encuestados afirmaron contar con catalizador; sin embargo sólo el 16% tienen menos de 80000 kilómetros por lo que se puede afirmar que la mayoría de los vehículos poseen un catalizador deteriorado o que ya no poseen dicho sistema de reducción de emisiones. El promedio de los kilómetros recorridos por los vehículos encuestados es de 225000 kilómetros.

Por otra parte, al tratarse de vehículos de menos de 6 años, la totalidad de taxis y remises poseen válvulas PCV. A su vez, todos los vehículos encuestados poseen aire acondicionado y los choferes lo utilizan en gran proporción. Esto tiene una influencia directa sobre el efecto contaminante ya que el uso del climatizador emplea más combustible, por lo que las emisiones a la atmósfera son mayores.

A diferencia de los automóviles particulares que utilizan los tres tipos de combustible (nafta, gasoil y GNC), el 97% de los taxis y remises funcionan a GNC, por lo que la emisión de contaminantes de este tipo de flota es disímil al de autos particulares. A su vez, otra diferencia es que todos los taxis y remises deben tener menos de seis años de antigüedad. Mientras que en la encuesta de automóviles se registraron vehículos de más de 30 años de antigüedad

3.4.2 Inventario de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos de la flota vehicular

A continuación se presentarán los resultados del modelo IVE que permiten estimar el inventario de las emisiones provocadas por la fuentes móviles y el aporte de éstas a la contaminación atmosférica de la ciudad:

Emisiones diarias

El modelo calcula las emisiones de un día promedio de abril (mes en el que se realizaron las mediciones), donde se puede observar la variación de las emisiones por hora de cada categoría de vehículos. La composición de los gases y contaminantes emitidos por cada

flota variará según el combustible utilizado y, como se expresó anteriormente, según la tecnología característica de la flota:

Automóviles particulares: en este caso los principales gases emitidos son el CO₂ (358 tn/día) seguido del CO (25 tn/día); esto se debe a diferentes factores tales como el uso mayoritario de nafta como combustible y a que gran parte de la flota utiliza tecnología obsoleta. En cuanto a las emisiones por hora, se concluye que durante el día las emisiones son relativamente constantes presentando picos que coinciden con las horas de mayor y menor flujo vehicular.

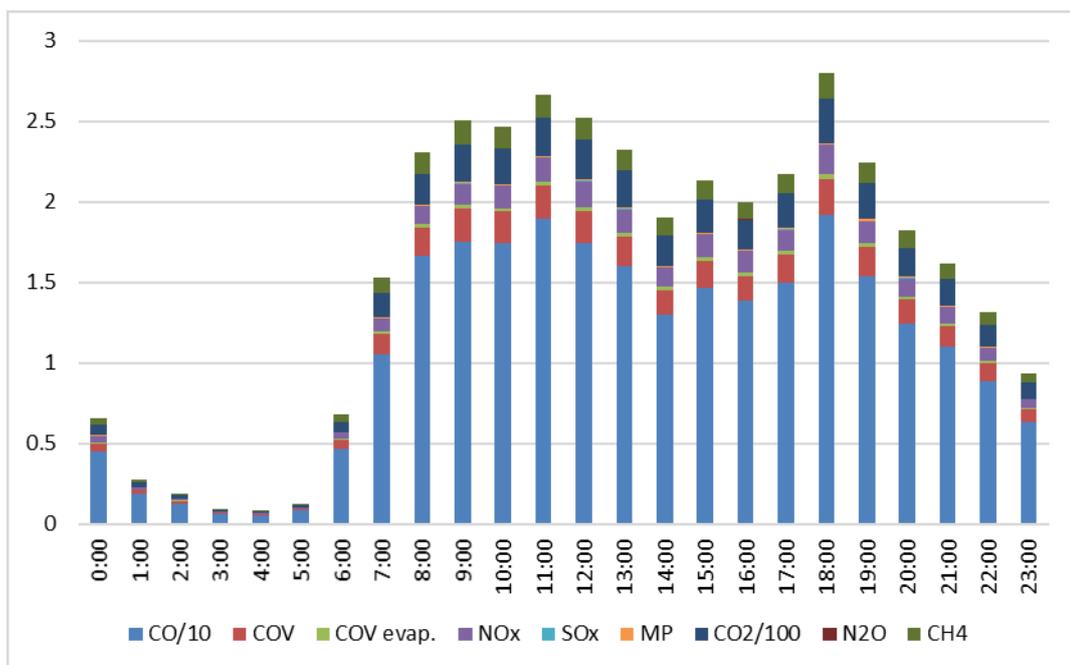


Figura 3.18 Emisiones por hora en autos particulares - Fuente: elaboración propia (2017)

Motocicletas: al igual que en automóviles, aunque en menor proporción, los principales gases emitidos son el CO₂ en primer lugar con 10 tn/día y luego el CO con aproximadamente 2 tn/día. En este caso, las emisiones por hora son más fluctuantes respecto a los automóviles presentando picos a las 8, 12 y 18 horas, los cuales coinciden con las horas de mayor flujo vehicular.

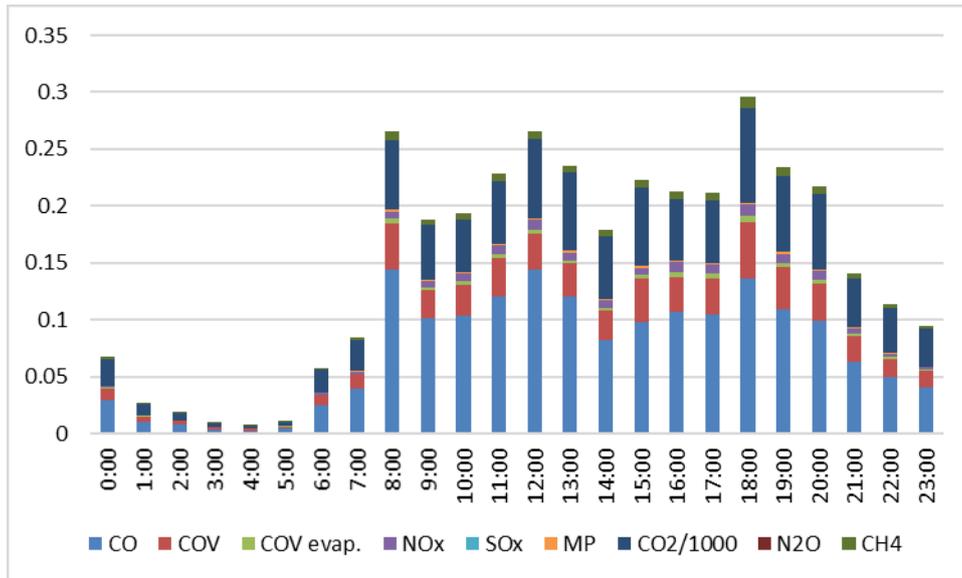


Figura 3.19 Emisiones por hora de motos - Fuente: elaboración propia (2017)

Taxis y remis: en este caso el principal gas emitido es el CO (7 tn/día) seguido del CH₄ (2,5 tn/día). Esta diferencia respecto a los vehículos particulares se debe a que el GNC es el combustible más utilizado y a que, según las encuestas, la mayoría de los taxis no cuenta con sistemas de control de emisiones. En cuanto a las emisiones por hora, se observa que los picos de mayores emisiones no coinciden con los horarios picos de mayor flujo vehicular esto se debe a que el uso de este vehículo es esporádico, totalmente diferente al uso que se le da a los vehículos particulares

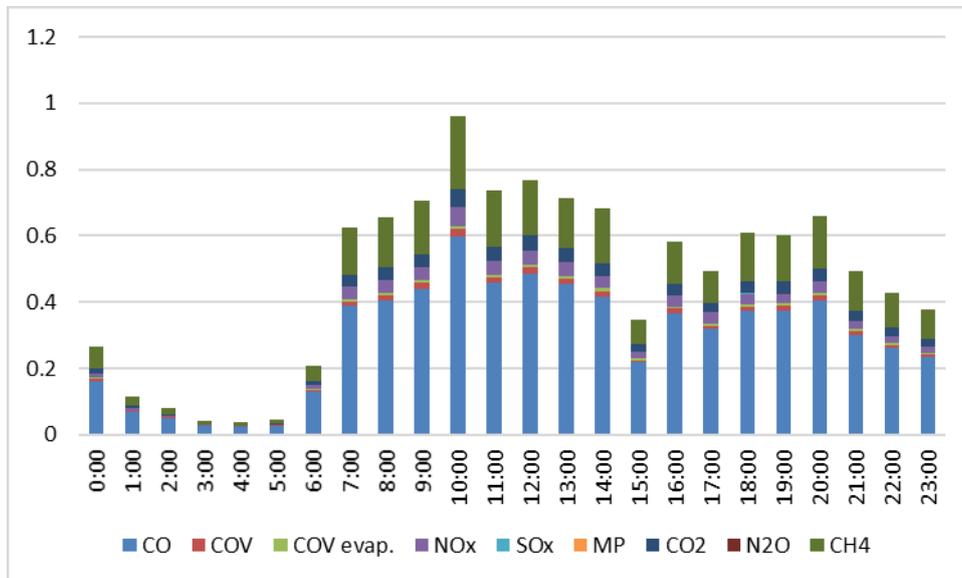


Figura 3.20 Emisiones por hora de taxis y remises - Fuente: elaboración propia (2017)

Colectivos: para este tipo de vehículo los resultados del modelo arrojaron que el principal gas emitido es el CO₂ (150 tn/día), seguido por los NOx (1 tn/día) y luego MP (0,5 tn/día). En cuanto a la variación de las emisiones por hora, se afirma que éstas se concentran desde las 7 a las 23 horas debido a que casi la totalidad de las líneas de colectivos urbanos circulan durante estas horas, mientras que durante la madrugada (00 a 6 horas) las emisiones son bajas ya que solo circula una sola línea de colectivos urbanos.

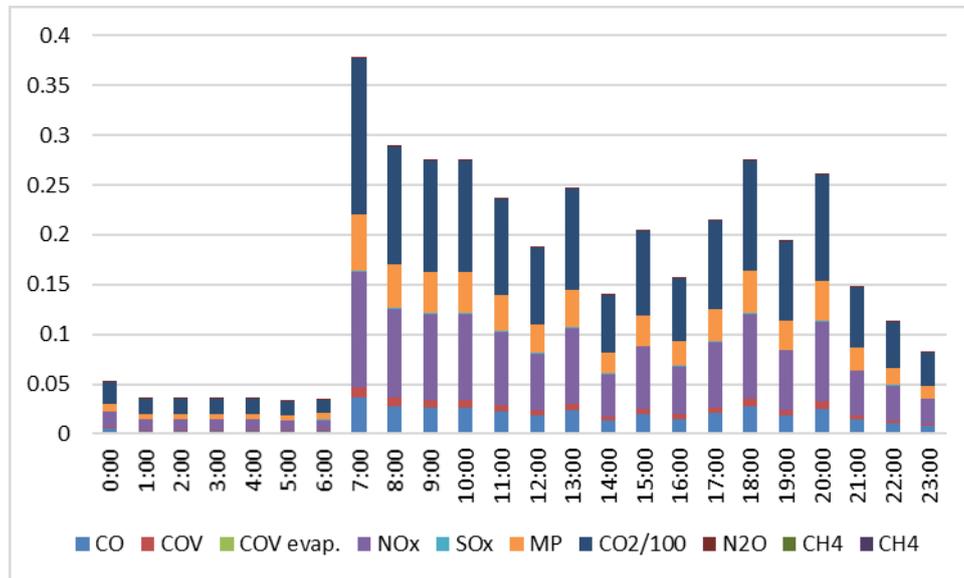


Figura 3.21 Emisiones por hora de colectivos - Fuente: elaboración propia (2017)

Camiones: al igual que los colectivos (que también usan solo diésel), el principal gas emitido es el CO₂ (156 tn/día), seguido por los NOx (1 tn/día) y luego el MP con 0,5 tn/día. En general, predomina la circulación de camiones de menor porte durante la mañana en los horarios de carga y descarga, por lo que las horas de mayores emisiones se ven reflejadas desde las 7 hasta las 13 horas.

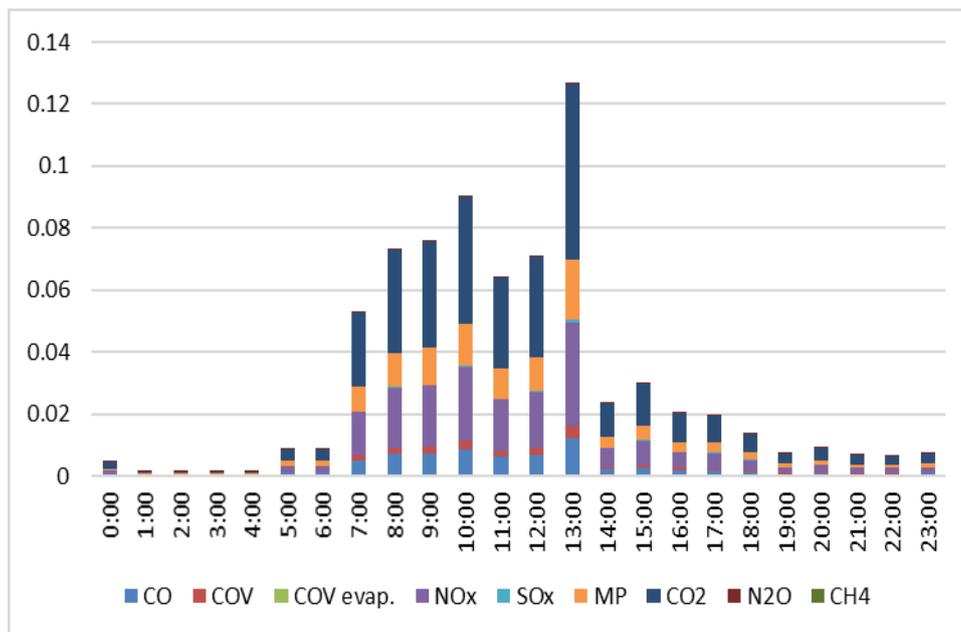


Figura 3.22 Emisiones por hora de camiones - Fuente: elaboración propia (2017)

Emisiones en frío y caliente: en las siguientes tablas se pueden observar la variabilidad diaria de las emisiones discriminado por categoría, tanto en frío como en caliente.

Tabla 3.16 Emisiones en frío y en caliente

Emisiones en frío	CO	VOC	VOC evap.	NOx	SOx	PM	CO2	N2O	CH4
PC	2.5011	0.1493	0.0496	0.1864	0.0006	0.0236	4.0066	0.0005	0.0046
Motos	0.6004	0.1209	0.0278	0.0547	0.0000	0.0061	0.1972	0.0000	0.0023
Taxi	0.0890	0.0014	0.0032	0.0084	0.0000	0.0001	0.1197	0.0000	0.0001
Bus	0.0004	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0045	0.0484	0.0000	0.0011
Camiones	0.0005	0.0001	0.0000	0.0007	0.0000	0.0051	0.0563	0.0000	0.0013
Total emisiones diarias en frío	3.1914	0.2717	0.0805	0.2507	0.0006	0.0395	4.4282	0.0006	0.0094
Emisiones en caliente	CO	VOC	VOC evap.	NOx	SOx	PM	CO2	N2O	CH4
PC	23.3387	2.8383	0.3137	2.0457	0.0322	0.1360	353.8624	0.0061	1.9946
Motos	1.1446	0.4063	0.0277	0.0569	0.0009	0.0173	9.9273	0.0000	0.0833
Taxi	6.9074	0.2494	0.1315	0.6225	0.0012	0.0013	65.3766	0.0005	2.5438
Bus	0.3550	0.0966	0.0000	1.1280	0.0150	0.5516	150.1114	0.0116	0.0000
Camiones	0.3437	0.1092	0.0000	0.9454	0.0156	0.5340	155.9935	0.0098	0.0000
Total emisiones diarias en caliente	32.0894	3.6997	0.4729	4.7985	0.0651	1.2401	735.2713	0.0280	4.6217

Fuente: elaboración propia (2017)

Emisiones mensuales

Para obtener las emisiones mensuales se multiplicaron los resultados diarios por la cantidad de días del mes. Luego se ajustaron los resultados de abril en base a la

fluctuación del flujo vehicular registrado por el peaje de la autopista Córdoba - VCP en el año 2016, para obtener de esta forma las emisiones de cada mes.

Como se puede observar en la tabla 3.17 los meses con mayores emisiones coinciden con los meses de mayor afluencia turística.

Tabla 3.17 Variación de las emisiones mensuales en base al flujo vehicular

Mes	%	CO(tn)	COV(tn)	COV evap.(tn)	NOx(tn)	SOx(tn)	MP(tn)	CO2(tn)	N2O(tn)	CH4(tn)
Enero	11.11	1615.26	181.82	25.34	231.17	3.01	58.58	33865.63	1.31	212.03
Febrero	9.06	1317.21	148.27	20.66	188.51	2.45	47.77	27616.80	1.07	172.90
Marzo	8.02	1166.01	131.25	18.29	166.87	2.17	42.29	24446.66	0.94	153.06
Abril	7.28	1058.42	119.14	16.60	151.48	1.97	38.39	22190.98	0.86	138.93
Mayo	7.28	1058.42	119.14	16.60	151.48	1.97	38.39	22190.98	0.86	138.93
Junio	6.98	1014.81	114.23	15.92	145.23	1.89	36.80	21276.52	0.82	133.21
Julio	8.23	1196.54	134.69	18.77	171.24	2.23	43.40	25086.78	0.97	157.06
Agosto	7.97	1158.74	130.43	18.18	165.83	2.16	42.03	24294.25	0.94	152.10
Septiembre	7.87	1144.20	128.80	17.95	163.75	2.13	41.50	23989.43	0.93	150.19
Octubre	8.46	1229.98	138.45	19.29	176.03	2.29	44.61	25787.87	1.00	161.45
Noviembre	8.44	1227.07	138.13	19.25	175.61	2.28	44.50	25726.91	0.99	161.07
Diciembre	9.31	1353.56	152.36	21.23	193.72	2.52	49.09	28378.85	1.10	177.68

Fuente: elaboración propia en base a datos del peaje Córdoba – VCP (2016)

Emisiones anuales

Las emisiones anuales son el resultado de la suma de las estimaciones mensuales. El contaminante emitido en mayor cantidad durante el año 2016 fue el CO₂, componiendo el 94% de la emisión, seguido del CO con participación en la emisión de 4%. Finalmente, las emisiones de NO_x, CH₄, VOC y MP representan, cada uno, menos del 1% de participación en las emisiones anuales de las fuentes móviles de la ciudad.

A partir de la siguiente figura, que muestra las emisiones anuales en toneladas discriminadas por vehículo y por contaminante, se concluye que el automóvil particular es el principal responsable de las emisiones de CO₂, SO_x, NO_x, VOC y CO en la ciudad; a su vez, los camiones y colectivos son los mayores emisores de MP y N₂O mientras que los taxis y remises, por su característico uso de GNC, son responsables de las mayores emisiones de CH₄.

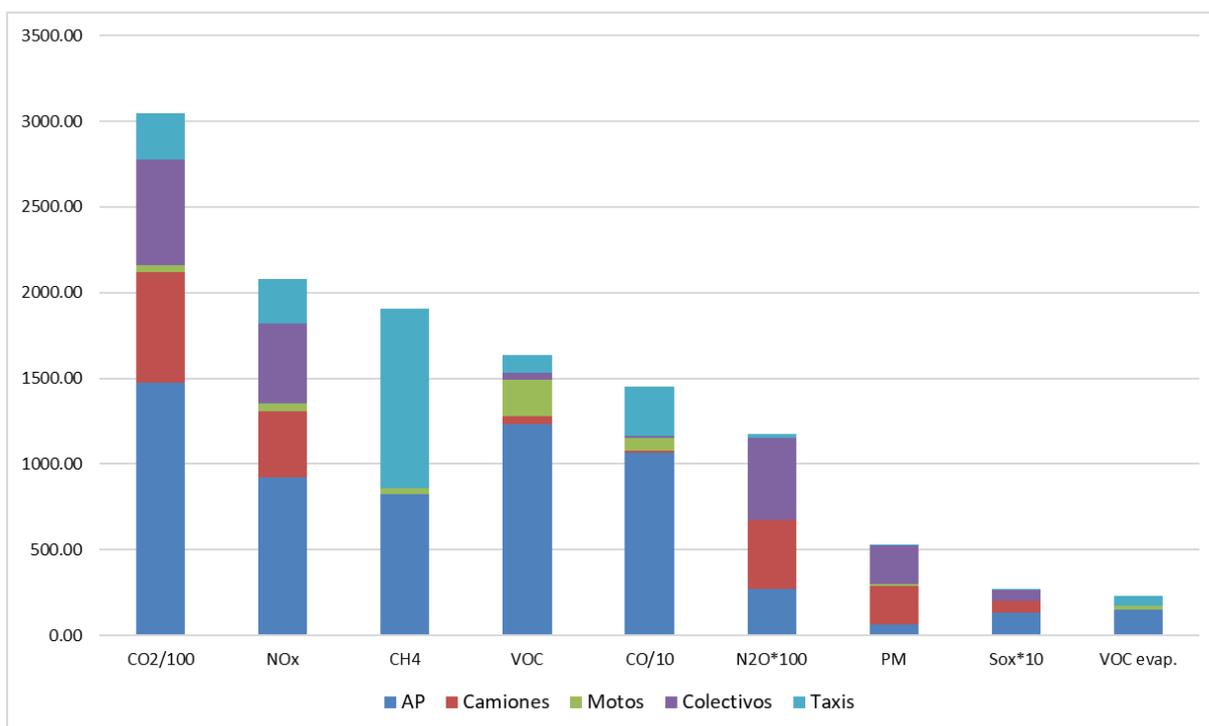


Figura 3.23 Emisiones anuales por vehículo - Fuente: elaboración propia (2017)

Tabla 3.18 Emisiones anuales por vehículos

Categorías	CO(tn)	VOC(tn)	VOC evap.(tn)	NOx(tn)	SOx(tn)	PM(tn)	CO2(tn)	N2O(tn)	CH4(tn)
AP	10649.34	1231.27	149.72	919.90	13.54	65.75	147488.23	2.70	823.93
Camiones	141.84	45.04	0.00	389.89	6.45	222.19	64312.67	4.04	0.52
Motos	719.15	217.24	22.88	45.98	0.38	9.66	4172.59	0.01	35.29
Colectivos	146.49	39.82	0.00	465.15	6.20	229.18	61885.24	4.80	0.46
Taxis/Remis	2883.43	103.34	55.48	260.01	0.51	0.56	26992.94	0.22	1048.42
Total	14540.24	1636.72	228.08	2080.93	27.07	527.34	304851.67	11.77	1908.62

Fuente: elaboración propia (2017)

Para conocer la incidencia de los tres GEI medidos, y de esta forma el aporte de las fuentes móviles de la ciudad a la propagación del cambio climático, se multiplicó la cantidad anual emitida de cada GEI por su PCG correspondiente:

Tabla 3.19 CO₂ eq

GEI	Cantidad Medida (tn/año)	PCG	CO ₂ eq (tn/año)
CO ₂	300495,57	1	300495,57
CH ₄	1908,60	28	53441,49
N ₂ O	11,43	265	3118,66
TOTAL			357055,71

Fuente: elaboración propia (2017)

De esta manera es posible obtener de cada GEI su CO₂ equivalente, y así observar que el gas con mayor incidencia es el CO₂, proveniente principalmente de los automóviles particulares. Sin embargo, cabe aclarar que en todas las categorías se repite el mismo patrón: el modelo arroja que el principal gas emitido es el CO₂

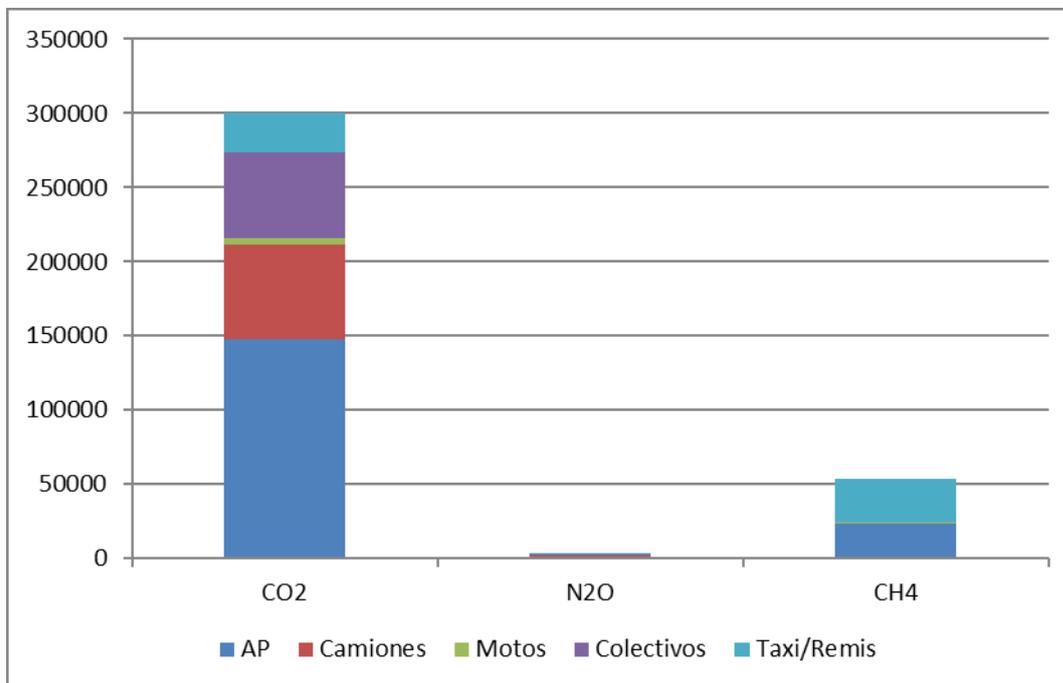


Figura 3.24 CO₂ eq - Fuente: elaboración propia (2017)

De esta manera se puede afirmar que, debido a las cantidades emitidas, el CO₂ posee la mayor capacidad de retención del calor en la atmósfera, por lo que incide en gran medida en la propagación del cambio climático.

Comparativa Gran Buenos Aires - VCP

En Argentina, la utilización del modelo IVE para estimar las emisiones vehiculares fue aplicada por primera vez en el año 2006 en el Gran Buenos Aires, convirtiéndose VCP en la segunda ciudad del país en replicar el modelo con el objetivo de estimar el inventario de GEI y gases criterio provenientes de las fuentes móviles. En la siguiente tabla se muestra la comparación de los resultados diarios obtenidos en ambas ciudades:

Tabla 3.20 Comparación de emisiones totales y per cápita

Total emisiones (Tn/día)	CO	VOC	VOCe vap	Nox	Sox	PM	CO2	N2O	CH4
BsAS	3588,6	248,5	266,0	327,5	2,0	10,9	21713,8	0,3	91,2
Carlos Paz	35,3	4,0	0,6	5,0	0,1	1,3	739,7	0,0	4,6

Percapita (gr/día)	CO	VOC	VOCe vap	Nox	Sox	PM	CO2	N2O	CH4
Buenos Aires	299,1	20,7	22,2	27,3	0,2	0,9	1809,5	0,0	7,6
Carlos paz	427,6	48,1	6,7	61,2	0,8	15,5	8964,4	0,3	56,1

Fuente: elaboración propia (2017)

3.5 Estudio descriptivo de la legislación y normativa que rige a las emisiones vehiculares a nivel nacional, provincial y municipal

En el siguiente capítulo se realizará un resumen de los puntos principales de las normativas nacionales, provinciales y municipales vinculadas a las emisiones generadas por los vehículos de carretera. Esto permitirá conocer el marco legal actual, determinando las obligaciones de los fabricantes de vehículos, los ciudadanos y las entidades estatales, para controlar las emisiones vehiculares. Por otro lado, se explicarán las Normativas Europeas que determinan los requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de todos los vehículos. La siguiente información fue obtenida de Infoleg:

3.5.1 Normativa Nacional.

Ley Nacional N° 24.449: Ley Nacional de Tránsito

La ley nacional de tránsito fue sancionada en el año 1995 con el objetivo regular el uso de la vía pública con respecto al transporte en el país. También es la encargada de brindar un marco normativo a todas las actividades vinculadas con el transporte, como los vehículos, las personas, las concesiones viales, la estructura vial y el deterioro al medio ambiente, siempre y cuando fuere causado por el tránsito.

A los fines del presente trabajo, se hará hincapié en aquellos artículos relacionados a las emisiones gaseosas provocadas por el transporte, tales como:

Art. 33, que menciona aquellos requerimientos que deben cumplir los vehículos nuevos, es decir son las disposiciones que deben cumplir los fabricantes de estos. Entre dichos requerimientos se menciona la obligación de que los automotores deben ajustarse a los límites de emisión de contaminantes, ruidos y otros.

Art. 34 hace referencia a los vehículos usados y las obligaciones que deben cumplir a partir de los dos años de antigüedad. Todos los vehículos automotores, acoplados y semirremolques destinados a circular por las vías deben cumplir con la Revisión Técnica Periódica (también conocida como Inspección Técnica Vehicular), a fin de determinar el estado de funcionamiento de las piezas y sistemas que hacen a su seguridad y a la emisión de contaminantes. La modalidad y periodicidad de la revisión como los sistemas a examinar, el procedimiento a emplear, el criterio de evaluación de resultados y el lugar

donde se efectúe, son establecidos por la reglamentación y cumplimentados por la autoridad competente. También este artículo menciona la posibilidad de realizar revisiones técnicas rápidas y aleatorias sobre emisión de contaminantes, al igual que otros requisitos.

En el *Art. 77* se menciona que es una falta grave violar disposiciones que afecten al medio ambiente; es decir aquellos vehículos que generen emisiones gaseosas contaminantes por encima de los límites establecidos.

A su vez, cabe aclarar que todo lo referente a “vehículos 0 km” que incluye la homologación del nuevo modelo y el “control o conformidad de la producción” corresponden a la nación. Respecto a la certificación de emisiones contaminantes y ruido lo realiza el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, en cambio todo lo referente a “vehículos en uso” que incluye la Inspección Técnica Vehicular Periódica corresponden a cada jurisdicción cuando se trata del parque intrajurisdiccional (Vassallo, 2015).

Decreto Reglamentario N° 779/1995 de la Ley Nacional de Tránsito

En este decreto se desarrollan diversos anexos, en los cuales se describen los requisitos que deben cumplir los vehículos. Cabe mencionar que esta es la primera normativa en la cual se considera a la contaminación atmosférica producida por la flota vehicular proponiendo límites para disminuir y evitar que los gases contaminantes sean emitidos hacia la atmósfera. Por otro lado, expresa cómo debe disminuir año a año las emisiones de los diferentes gases y, por lo tanto, como la industria automotriz debe considerar estos aspectos para cumplir con la normativa.

Para ser más precisos el *Anexo 1* del Decreto se desarrolla el *artículo 33* que describe “*otros requerimientos*” que deben cumplir los vehículos, entre los cuales podemos mencionar los límites sobre emisión de contaminantes gaseosos. Esta normativa tiene en cuenta diversos aspectos para determinar los límites de emisión, como el tipo de combustible (sólo nafta y diesel, ya que el GNC no se considera en este apartado) y el tipo de emisión (gases de escape, de cárter y emisiones evaporativas).

Este decreto propone límites a sólo 4 contaminantes (CO, HC, NOx y MP), los cuales son los principales gases generados por el transporte vehicular. Por otro lado, expresa fechas límites para la adopción de medidas para la disminución de los contaminantes mencionados tanto de los vehículos fabricados en el país como también aquellos que son importados, sin importar el tipo de motor que posean (nafta o diésel).

Tabla 3.21 Límites de gases de escape de vehículos livianos

Contaminante	Valor límite antes de julio de 1994	Julio de 1995	Enero de 1998	Enero de 1999
CO	24,0 g/kg	12,0 g/kg	6,2 g/kg	2,0 g/kg
HC	2,1 g/kg	1,2 g/kg	0,5 g/kg	0,3 g/kg
NOx	2,0 g/kg	1,4 g/kg	1,43 g/kg	0,6 g/kg
MP (motor Diesel)	-	0.373 g/kg	0,16 g/kg	0,124 g/kg
MP			0,31 g/kg	

Fuente: INFOLEG (1995)

Con respecto a los contaminantes producidos por las emisiones de gases de cárter, el decreto menciona que deben ser nulas en cualquier tipo de motor, sin considerar el tipo de combustible, y por lo tanto todos los vehículos deben contener dispositivos de recirculación de estos gases (EGR).

En cuanto a las emisiones evaporativas, el artículo indica que para todos los nuevos vehículos livianos, tanto de fabricación nacional como para aquellos importados, el límite máximo de las emisiones generadas por los vehículos con motores de ciclo Otto, homologados a partir del año 1995, es de 2,0 gr. A su vez, los fabricantes deben garantizar el cumplimiento de los límites de emisiones de escape por 5 años de uso (o durante 80000 km, lo que ocurra primero), por lo que deben asegurar que los mecanismos de control de emisiones funcionen de forma correcta por los periodos mencionados.

Por otro lado, esta legislación hace una diferencia con los vehículos pesados, en los cuales se incluyen camiones y ómnibus, fijando otros límites de emisiones. En el caso de los gases de escape podemos observar los límites establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.22 Límites de gases de escape de vehículos pasados a diésel

Contaminante	Julio de 1995	Julio 1995 para ómnibus urbanos. Enero de 1996 todos los vehículos pesados	Enero de 1998 para ómnibus urbano. Enero de 2000 para todo vehículo pesado
CO	24,0 g/kg	12,0 g/kg	6,2 g/kg
HC	2,1 g/kg	1,2 g/kg	0,5 g/kg
NOx	2,0 g/kg	1,4 g/kg	1,43 g/kg
MP (motor Diesel)	-	0.373 g/kg	0,16 g/kg
MP			0,31 g/kg

Fuente: INFOLEG (1995)

Con respecto a la emisión de los gases de cárter, en el caso de los vehículos pesados también debe ser nula, por ello también deben utilizar dispositivos de recirculación de estos gases (EGR), a excepción de los motores turboalimentados. Estos mecanismos de control deben funcionar correctamente por 5 años de uso (o por 160000 kilómetros, lo que ocurra primero), esto deberá ser garantizado por el fabricante de forma escrita cuando se realiza la homologación de los automóviles.

Por último, en este decreto se mencionan las normativas de certificación internacional con la que deben cumplir los fabricantes, tales como la normativa EPA, las Directivas Europeas y los estándares EURO.

Resolución 1270/2002

En esta resolución se desarrollan los *Protocolos de Ensayo* donde se proponen los límites de emisiones tanto gaseosas como sonoras generados por entes certificadores y por otro lado, se desarrollan los procedimientos a seguir para obtener el respectivo certificado de aprobación de los vehículos. Esto se debe a que según lo detallado anteriormente en la *Ley Nacional de Tránsito*, todos los automotores deben ajustarse a los límites sobre emisiones contaminantes y ruidos, entre otros. Para cumplir con los límites, en esta resolución y en sus anexos se definen los métodos de ensayo, las mediciones, las verificaciones, las certificaciones y documentación complementaria. Esto se basa en

normas internacionales, Directivas Europeas o Reglamentos de Naciones Unidas como también reglamentos del MERCOSUR.

Resolución 731/2005

Esta es otra resolución complementaria al decreto 779/95 y se refiere a las bases para la certificación de emisiones gaseosas en nuevos modelos de vehículos livianos y el cumplimiento de los límites de acuerdo con la norma EURO III (Directiva Europea 1998/69/CE). Con esta se exigió que a partir del año 2006 solo los nuevos modelos de motores pesados tanto de ciclo Diesel como de ciclo Otto cumplan con la normativa EURO III, y con lo que respecta a los vehículos livianos a partir del año 2007 se debe cumplir con esta normativa.

Por otro lado, aquí también menciona que a partir de mayo del 2009 los fabricantes debían tomar medidas sobre las emisiones y mejorar la tecnología vehicular para aplicar la norma EURO IV.

Resolución 1464/ 2014

En esta resolución se menciona que la homologación de nuevos modelos debe cumplir con las normas EURO Va para el año 2015 solo en el caso de los vehículos livianos mientras que, para el resto, la normativa EURO Va entra en vigencia recién en el año 2016.

Las resoluciones mencionadas anteriormente definen la entrada en vigencia de las normativas EURO en nuestro país con la implementación de nuevas tecnologías para que de esta forma se disminuyan las emisiones producidas por la flota vehicular.

Tabla 3.23 Aplicación de Normas EURO en Argentina

Fecha	Normativa		Resoluciones
	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados	
1995 – 2004	Normativa US EPA	Directivas Europeas	Dec. PEN 779/95
01/01/2004	EURO II		Res. Ex SAyDS 1270/02
01/01/2006		EURO III	Res SAyDS 731/2005
01/01/2007	EURO III		Res SAyDS 731/2005
01/06/2009	EURO IV		Res SAyDS 731/2005
01/01/2015	EURO Va solo M1		Res SAyDS 1464/2014
01/01/2016		EURO Va (Livianos N1 y Motores Pesados)	Res SAyDS 1464/2014

Fuente: Vasallo (2007)

Combustibles

Resolución 1283/2006

Desde el año 2002 existen diferentes resoluciones que incluyen los requisitos que deben cumplir los combustibles en nuestro país, teniendo como objetivo establecer especificaciones técnicas para incrementar su calidad y de esta forma mejorar la eficiencia de combustión generando menos contaminantes atmosféricos (Res 222/2001; Res 398/2003; otras).

Se puede mencionar que desde el año 2002 hasta el 2006, si bien estaban las obligaciones propuestas, los encargados de mejorar la calidad de los combustibles y por lo tanto de disminuir las emisiones, no pudieron cumplir con estas obligaciones por lo que se fueron posponiendo los plazos de implementación.

En el caso de la Res. 1283/2006 se pueden observar los parámetros y sus correspondientes límites en la siguiente tabla:

Tabla 3.24 Especificaciones técnicas de la nafta y diésel

Combustible	Desde el 01/06/2009		Desde el 01/07/2012		Desde el 01/06/2016	
	Benceno	Azufre	Benceno	Azufre	Azufre	
NAFTA						
Ultra o Grado 3		150 ppm		50 ppm		
Super o Grado 2*			1%	150 ppm		
Super o Grado 2**			1%	150 ppm		
Común o Grado 1						
GASOIL	Índice de Cetano	Azufre		Azufre	Azufre	
Ultra o Grado 3	48	50 ppm				
Común o Grado 2*				500 ppm		
Común o Grado 2**				1500 ppm		

Fuente: INFOLEG (2006)

* Zona de alta densidad

** zona de baja densidad

Por otro lado, a partir de esta normativa se comienza a utilizar el concepto “biodiesel” con el cual nos referimos “a toda mezcla de ésteres metílico o etílico de ácidos grasos de origen biológico que tenga por destino el uso como combustible” (esto será explicado en profundidad en la Ley nacional de biocombustibles).

Resolución 478/2009

Con la presente normativa, nuevamente los plazos de entrada en vigencia de los parámetros de ambos combustibles, vuelven a modificarse, y estos fueron establecidos en la Resolución N° 1283/06 y anteriores, lo cual se observa en las siguientes tablas:

Tabla 3.25 Especificaciones técnicas de los combustibles

Combustible	Desde la entrada en vigencia de la presente resolución			Desde el 01/06/08	Desde el 01/06/2009	Desde el 01/06/11	Desde el 01/06/16	
	Aromáticos totales	Azufre	Benceno	Benceno		Azufre	Azufre	Azufre
Ultra o Grado 3	40%	300	1,50%	1,00%		50 ppm	10 ppm	
Súper o Grado 2*	40%	300	1,5%	1,00%		50 ppm		30 ppm
Súper o Grado 2**	40%	300	1,5%	1,00%		300 ppm	50 ppm	30 ppm
Común o Grado 1	40%	300	1,5%	2,00%	Opcional			
GASOIL		Azufre	Índice de Cetano	Azufre	Índice Cetano	Azufre	Azufre	Azufre
Ultra o Grado 3	Opcional	500 ppm	46		48	50 ppm	10 ppm	
Común o Grado 2*		1500 ppm	45		46	500 ppm		30 ppm
Común o Grado 2**		2500 ppm	45	2000 ppm	46	1500 ppm	500 ppm	30 ppm

Fuente: INFOLEG (2009)

* Zona de alta densidad

** zona de baja densidad

Ley nacional N° 26.093 de Biocombustibles

Esta legislación nacional hace referencia a la regulación y promoción de los biocombustibles en diferentes áreas. Esta ley fue sancionada en el año 2006 con el propósito de controlar a las plantas productoras el mezclado de biocombustibles con los combustibles fósiles, establecer las sanciones de incumplimiento, entre otras. Uno de los objetivos de esta normativa es impulsar el uso de biocombustibles como fuente de energía renovable de manera tal de contribuir a reducir el consumo de combustibles fósiles

La normativa entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se producen a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos

orgánicos que cumplan los requisitos de calidad. Además, menciona que todo combustible diésel debe ser mezclado con la especie de biocombustible denominada "biodiesel", en un porcentaje de 5% como mínimo de este último. En cambio, para las naftas debe ser mezclado con el denominado "etanol", en un porcentaje del 5%, siendo ambos obligatorios para la entrada en vigencia de la ley, la cual fue en el año 2007. Luego de que se sanciona esta ley nacional de biocombustibles, han ido aumentando los porcentajes de estos en las mezclas con los combustibles fósiles, lo cual se puede observar en la tabla 3.26

Tabla 3.26 Ley de Biocombustibles

Ley de Biocombustibles 2006		Res. 1283/2006	Res. 6/2010	Res. 554/2010	Res. 5/2012	Res. 450/13		Res. 1125/13		Res. 44/2014			Res. 660/15	
						2013	Enero	Feb-14		Oct-14	Nov-14	Dic-14		
Nafta → bioetanol	Min 5%	Max 10%								Min 8,5%	Min 9%	Min 9,5%	10%	
Diesel → biodiesel	Min. 5%	Max 10%	Max 5%	Min. 5%	Min 7%	Max 7%	8%	9%	10%					10%

Fuente: INFOLEG (2006)

Córdoba adhirió a esta ley luego que el Poder Legislativo Nacional invitara a las provincias para incentivar la utilización de biocombustibles.

Tabla 3.27 Ventajas de los biocombustibles

BIOETANOL	BIODIESEL
Posee baja toxicidad	Menores emisiones de material particulado fino, hidrocarburos y CO.
Sustituye aditivos que generan emisiones indeseables	Eliminación emisiones de azufre
No contiene azufre: libre de compuestos sulfurosos	Disminución emisiones de CO y particulados
Ligero aumento de las emisiones de NOx en comparación con el diesel derivado del petróleo	Menor potencial de formación de O ₃
	Bajas emisiones de material particulado
	El agregado de etanol en el combustible reduce significativamente las emisiones de CO, HC y NOx

Fuente: elaboración propia a partir de información obtenida de CEADS (2006)

3.5.4 Normativa Provincial

Ley Provincial de Tránsito N° 8560

La provincia de Córdoba adhirió a la Ley Nacional de tránsito generando una ley provincial de esta; la normativa tiene como objetivo reglamentar la circulación de personas, animales y vehículos terrestres en la vía pública y a las actividades vinculadas con el transporte, los vehículos, las personas, las concesiones viales, la estructura vial y el medio ambiente, en cuanto fueren producto del tránsito. Esta normativa hace referencia a la contaminación atmosférica provocada por los diversos tipos de transporte en varios artículos:

Artículo 34: los automotores deben ajustarse a los límites sobre emisión de contaminantes, ruidos y radiaciones parásitas, los cuales son establecidos en la normativa nacional.

Artículo 35: menciona la necesidad y obligación de la realización de la Revisión Técnica Obligatoria (o también llamada Revisión Técnica Periódica) por parte de todos los medios de transporte. El gobierno de la provincia instrumentará los mecanismos para la revisión técnica obligatoria, pero son los municipios o comunas los que deben llevarla a cabo. Sin embargo, cabe aclarar que hoy en día el municipio no cuenta con talleres apropiados para cumplir con la normativa nacional y provincial con respecto a la Revisión Técnica Vehicular.

Artículo 84: en este artículo se hace referencia a la prohibición de los diferentes tipos de transporte que emitan gases, humos, ruidos, radiaciones u otras emanaciones contaminantes del ambiente, que excedan los límites reglamentarios. Los límites están especificados en las diferentes normativas nacionales ya mencionadas anteriormente.

Artículo 90: en el caso de los vehículos utilizados como transporte de pasajeros y carga deben cumplir con una serie de requerimientos más exigentes, como la antigüedad de estos, por ejemplo no deben superar los 10 años de su utilización aquellos que transporten tanto sustancias peligrosas como pasajeros y en cambio 20 años para los de carga.

Artículo 115: al igual que en la Ley Nacional de Tránsito la contaminación atmosférica está considerada una infracción muy grave.

3.5.5 Normativa Municipal

Ordenanza n° 5759

En esta normativa, el municipio de VCP se adhiere como miembro a la “Red Argentina de Municipios Frente al Cambio Climático” (RAMCC), en la cual se compromete a desarrollar políticas públicas que tiendan a mitigar el calentamiento global.

En el marco de la RAMCC se realiza el presente trabajo con el objetivo de colaborar con el municipio y de esta forma realizar la primera medida en relación a la problemática, lo cual servirá de base para realizar otros estudios ambientales y para llevar a cabo un control periódico sobre la calidad atmosférica.

Ordenanza n° 4740

Esta ordenanza reglamenta el servicio de taxis en la ciudad de VCP, como las licencias, los vehículos, las tarifas, entre otros aspectos,

Para ser más precisos en el art 13° los automóviles afectados al servicio de taxis deberán ajustarse a diversas exigencias entre las cuales podemos mencionar a la antigüedad. en el caso de los vehículos destinados a cubrir licencias permanentes deberán ser modelo correspondiente al año que se otorgue la licencia, permitiéndose modelos del año anterior en el caso de que la licencia se otorgue antes del 30 de Marzo. Mientras que aquellos vehículos destinados a cubrir licencias Temporarias no deberán tener una antigüedad mayor a 7 años a contar desde el año de adjudicación de la licencia, permitiéndose modelos del año anterior en el caso de que la licencia se otorgue antes del 30 de marzo.

Ordenanza n°492

Esta ordenanza fue realizada para regular el servicio público de Transporte Colectivo de Pasajeros en la la ciudad

Artículo 10°: dicho artículo establece que todo vehículo a incorporar al servicio, propio o alquilado, deberá ser nuevo, de cero kilómetros; sólo cuando se tratare de reemplazar unidades dadas de baja podrán incorporarse vehículos usados de menor antigüedad que el reemplazado y en condiciones reglamentarias de uso.

Artículo 11°: aquí se dispone que en ningún caso, podrá afectarse al servicio, vehículos con más de 10 (diez) años de antigüedad. Se fija como fecha inicial para considerar la

antigüedad de cualquier vehículo, del transporte colectivo de pasajeros, el momento en que el chasis se incorpore al servicio.

Artículo 12°.- Las unidades que cumplieren su período de vida útil, deberán ser retiradas de servicio inmediatamente y reemplazadas por otras unidades en las condiciones que se exponen en el Art. 10°

Directivas Europeas:

Estas Directivas Europeas son llamadas Normativa EURO, y se definen como un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de todos los vehículos teniendo en cuenta diversos factores como la tecnología con la que cuentan los vehículos, calidad y tipo de combustibles, entre otros aspectos.

Hasta el momento, se han desarrollado seis directivas europeas, que van desde la I hasta la VI, implementadas progresivamente siendo cada vez más estrictas. Estas tienen un tiempo de vigencia, y van desde la menos restrictiva (Euro I) hasta la más restrictiva (Euro VI). En estas se proponen límites de emisiones de diferentes gases como lo son: las emisiones NOx, HC, CO y partículas. Para cada tipo de vehículo se aplican normas diferentes, controlando siempre el funcionamiento del motor en un ciclo de ensayos normalizado. En estas normas no se obliga el uso de una tecnología en concreto para limitar las emisiones de contaminantes, pero si se consideran las técnicas disponibles a la hora de establecer las normas. Nuestro país desde el año 2004 ha tomado como referencia las directivas europeas al igual que varios países, y ha intentado justificar los nuevos vehículos con esta normativa fijando valores límite de las emisiones contaminantes.

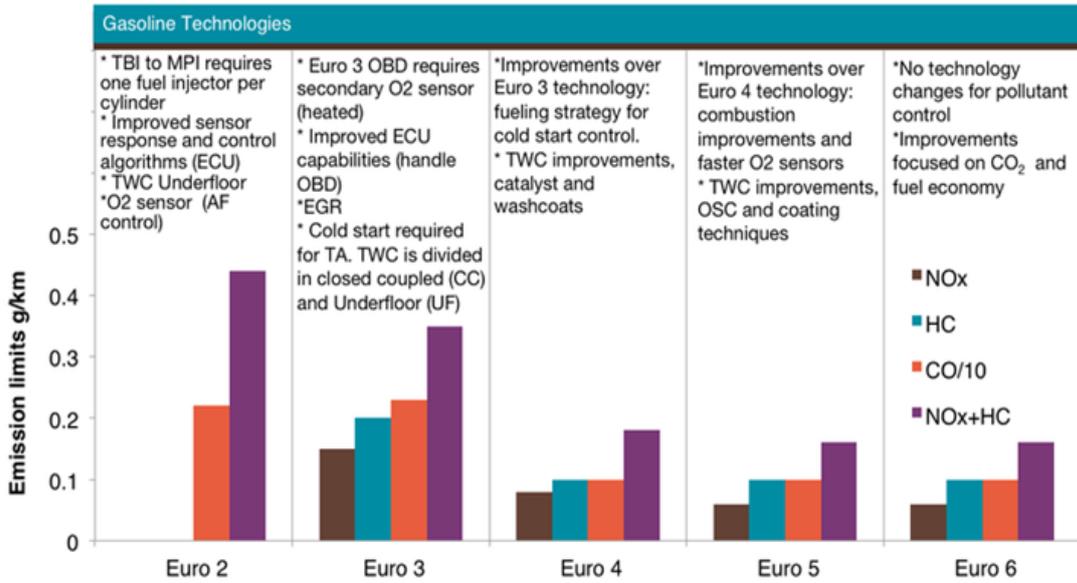


Figura 3.26 Descripción de las tecnologías de vehículos a nafta según normativa EURO - Fuente: European Union Law (2015)

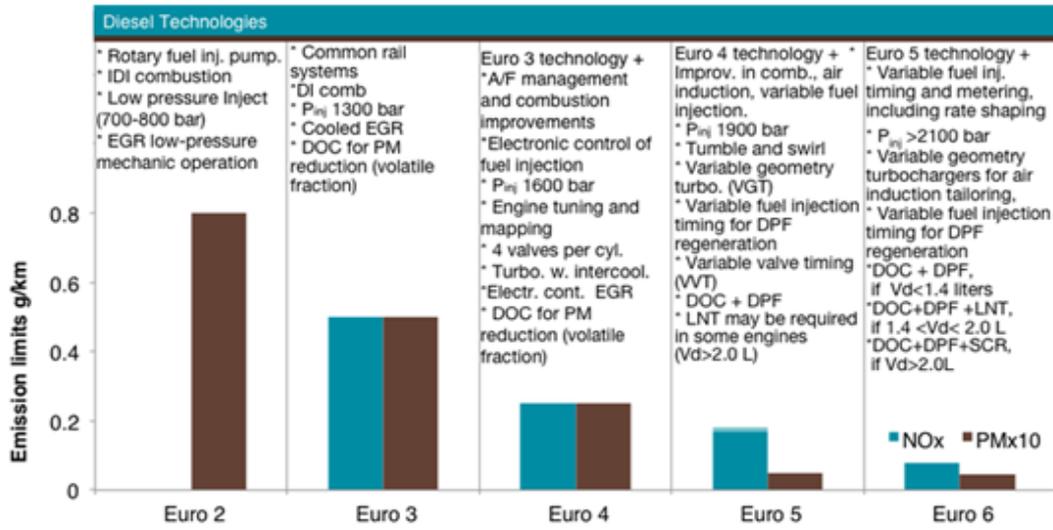


Figura 3.25 Descripción de las tecnologías de vehículos a nafta según normativa EURO - Fuente: European Union Law (2015)

3.6 Lineamientos de gestión para proponer un Plan de Movilidad Urbana Sustentable con el fin de mitigar las emisiones producidas por las fuentes móviles y mejorar el transporte en la ciudad

En base al inventario de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos emitidos por la flota vehicular, obtenido a lo largo de este trabajo, este último capítulo consistirá en proponer los lineamientos necesarios para mejorar la movilidad urbana desarrollando el TNM, incentivando el transporte público y disuadiendo el TM. Dichos lineamientos tienen el objetivo de eliminar las falencias del transporte actual para lograr una movilidad sustentable, disminuyendo los contaminantes atmosféricos producidos por la flota vehicular y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

3.6.1 Movilidad urbana sustentable

Los problemas de la movilidad actual llevan a la conclusión de que es imprescindible reformular el paradigma basado en el vehículo privado, sustituyéndolo por uno más complejo y enriquecedor basado en la movilidad de las personas a través de una extensa variedad de modos (UNITAR, 2016).

A partir del estudio realizado se puede afirmar que en la ciudad de VCP, al igual que en las principales ciudades de Argentina, predomina el uso de los vehículos privados frente al público, siendo además un modelo de transporte poco eficiente y contaminante. A partir del siguiente gráfico, realizado en base a las filmaciones y conteos, se observa que el transporte privado (automóviles y motocicletas) representa el 93,3% del total mientras que el transporte público (colectivos, taxis y remises) sólo el 5% . Por otro lado, se evidencia que el transporte de carga representa el 1,4% de la flota total, y se concluye que el desarrollo del transporte no motorizado es escaso en comparación con el resto de las modalidades de transporte (solo el 0,3%).

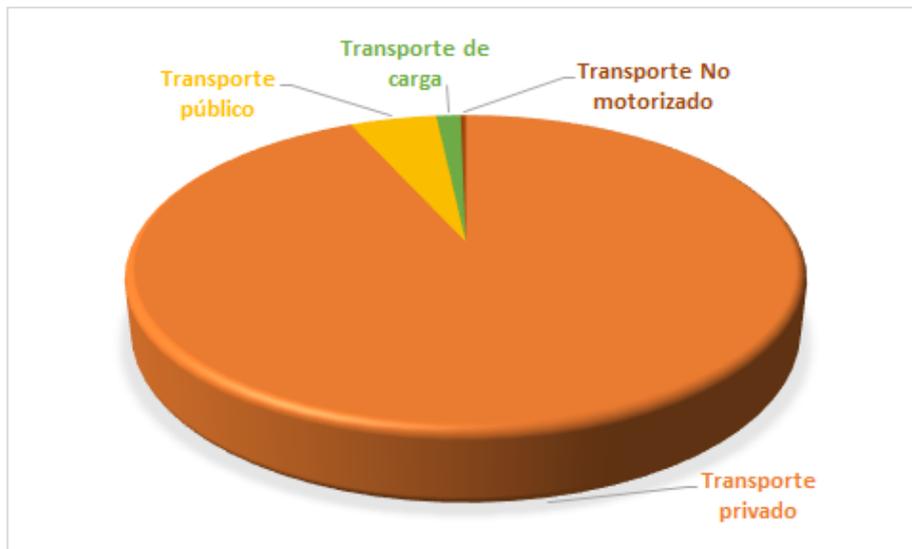


Figura 3.27 Composición de la flota vehicular de VCP - Fuente: elaboración propia (2017)

Según la ONU para alcanzar una movilidad urbana sustentable es necesario desarrollar propuestas enmarcadas en tres ejes desarrollados de forma conjunta y complementaria:

- *Desarrollar el Transporte No Motorizado (TNM)*
- *Disuadir el Transporte Motorizado (TM)*
- *Incentivar el Transporte Público Masivo (TPM)*

A continuación se propondrán medidas basadas en el diagnóstico obtenido a partir del trabajo realizado en campo enmarcada en los ejes propuestos por la ONU.

Desarrollar el TNM

Implementar una red de ciclovías: la construcción de la red debe ser continua y conectiva, y a su vez, los carriles de la ciclovía deben estar contruidos con señalización y medidas de seguridad suficientes para estar correctamente segregados de la calzada y la vereda, evitando así conflictos con los peatones y automovilistas. Para garantizar el correcto funcionamiento de las ciclovías es fundamental realizar un adecuado mantenimiento y contar con áreas específicas en la administración pública que lo garanticen.

Estacionamientos de bicicletas: una forma de incentivar el uso de este modo de movilidad es proveerle al ciclista de una zona de estacionamiento gratuito y seguro donde pueda dejar su vehículo. Por lo tanto, se sugiere instalar bicicleteros para incrementar la calidad y cantidad de estacionamientos en puntos estratégicos de la ciudad tales como la zona del centro, la costanera, escuelas, entre otros. A su vez, se recomienda que las playas de estacionamiento dispongan de un sitio para el estacionamiento gratuito de bicicletas equivalente al espacio ocupado por un automóvil grande.

Campañas de promoción del uso de la bicicleta y de formación a ciclistas: se propone implementar campañas que permitan reconocer a este modo de transporte como una alternativa para determinados viajes en forma sostenida. Estas campañas deberán estar dirigidas a distintos sectores de la sociedad y deben contemplar actividades a desarrollarse en centros municipales como también dentro del ámbito estudiantil en todos sus niveles, a través de programas específicos. A su vez, se deberá generar conciencia sobre la importancia de los elementos de seguridad personal indispensables para disminuir accidentes o reducir sus consecuencias. Un ejemplo de campaña de concientización, que se podría replicar en VCP, es aquella realizada en Mendoza por la municipalidad de la capital para promocionar el transporte alternativo, donde se decidió premiar con un desayuno saludable a quienes ese día se desplazaran a sus centros de trabajo en bicicleta. Esta práctica se podría extender progresivamente y de forma gradual a todo último viernes de cada mes.

Sistema de transporte público de bicicletas: se propone desarrollar una red de estaciones de alquiler de unidades distribuidas en puntos estratégicos de la ciudad tales como los balnearios, la costanera, el centro, terminal de ómnibus, que permita a los ciudadanos usar una bicicleta durante un tiempo determinado y luego depositarla en otra de las estaciones de la red. Esta modalidad deberá contemplar dos usos: uno con fines recreativos que vincule los puntos turísticos más relevantes de la ciudad y otro como servicio de TNM destinado a realizar trayectos cortos que complemente al sistema de TPM y aliente la intermodalidad. Con este sistema, el usuario podrá adquirir una bicicleta en cualquier estación y dejarla en el punto de alquiler más cercano a su destino.

Beneficios otorgados por el uso de bicicletas: se propone brindar beneficios a trabajadores del sector público, como también a empleados de empresas privadas, mixtas, industriales y comerciales, teniendo en cuenta las características propias de cada organización, con el objetivo de incentivar el uso de la bicicleta. Entre dichos beneficios se pueden mencionar:

- Otorgar horas o días laborales libres y remunerados por el uso habitual de bicicleta de los trabajadores.
- Brindar un incentivo económico por utilizar la bicicleta como medio de transporte para ir al trabajo. Por ejemplo, el Ministerio de Transporte francés establece que las empresas deben incentivar el uso de la bicicleta a sus trabajadores, pagándoles 21 céntimos de euro por kilómetro. Dichas empresas son las que deben financiar el bono, pero a su vez éstas tendrán importantes beneficios tributarios.
- Aplicar descuentos en el boleto del sistema de transporte público masivo cada vez que el usuario realice un tramo en bicicletas públicas y otro tramo en colectivos urbanos, alentando de esta forma la intermodalidad.

Incentivar las bicicletas para usos múltiples: en las zonas urbanas se pueden utilizar las bicicletas para el transporte de mercancías o de pasajeros con fines turísticos. Esta es una modalidad que puede desarrollarse en la ciudad debido a sus características y al número de comercios existentes, principalmente en época turística.



Imagen 3.23 Modelos de bicicarga - Fuente: UNITAR (2016)

Facilidades para adquirir bicicletas: establecer acuerdos con empresas locales de bicicletas para incentivar la venta y el uso de estas unidades. Las tiendas de bicicletas pueden organizar cursos regulares de mantención y hacer descuentos en las compras y servicios. Otra opción muy eficiente es facilitar la compra bicicletas ofreciendo préstamos sin intereses, promocionar la instalación de fábricas o armadores de bicicletas, capacitando a través de talleres y otorgándole a los ciudadanos cuponerías con descuentos.

Bicicletas sin costos en hoteles: Para promocionar e incentivar a que los turistas utilicen medios no motorizados para transportarse en la ciudad, se propone exigirle a los hoteles de VCP que brinden un servicio en el cual ofrezcan a sus huéspedes bicicletas sin costos. El número de bicicletas debe ser equivalente, como mínimo, al 30% de las plazas de cada hotel para que el servicio sea eficiente.

Medidas para peatones: Con la idea de beneficiar e incentivar la movilidad a pie se sugiere realizar una serie de actuaciones concretas tales como:

- Construir veredas en todos los barrios de la ciudad y/o mejorar su calidad para asegurar una accesibilidad apropiada
- Mantener en parques y paseos públicos el estado de los caminos peatonales.
- Mejorar las condiciones de seguridad en las calles e incrementar la iluminación de zonas poco iluminadas. Esta medida incentivaría tanto la movilidad peatonal como el uso de bicicletas, ya que muchas veces se opta por el transporte motorizado debido a que proporciona mayor seguridad ante robos u otras situaciones delictivas.
- Segregar físicamente las veredas, protegiéndolas del tránsito vehicular cuando éste constituya un factor de peligrosidad o accidentalidad.
- Asegurar un ancho mínimo de veredas libre de obstáculos que garantice la accesibilidad a toda la población, incluida la de aquella con movilidad restringida.

Incentivar el TPM

Corredores exclusivos: el objetivo de estos, es permitir la circulación del TPM por un carril exclusivo ubicado en las calles principales (Av. San Martín, Av. Cárcano, entre otras calles o sectores donde se requiera agilizar el TPM) separada del resto del tráfico (delimitada por cordones, barreras especiales o vallas, etc.). De este modo, el TPM puede alcanzar velocidades superiores al vehículo privado haciendo que estos sean más competitivos pudiendo conseguir una alta capacidad de desplazamiento de pasajeros por hora y por sentido.

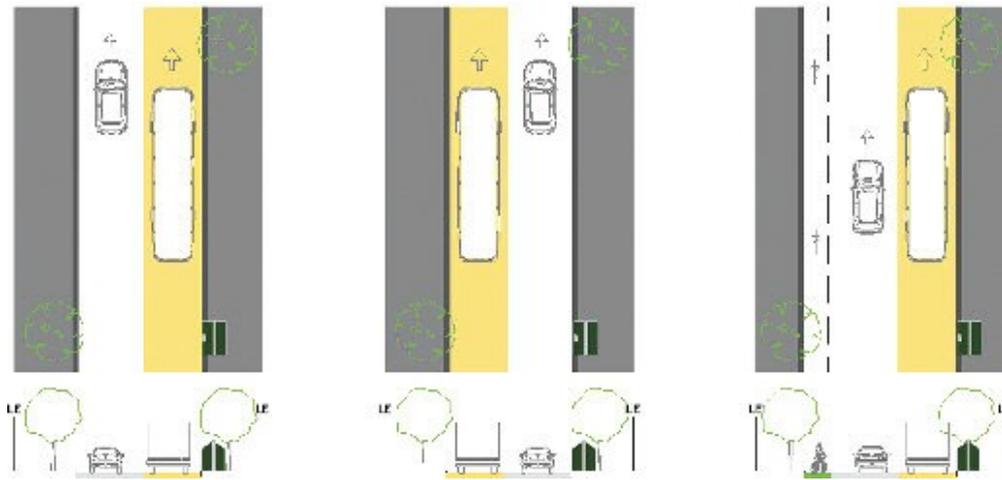


Imagen 3.24 Ejemplos de carriles exclusivos - Fuente: Ente de Movilidad de Rosario (2016)

Gestión de recorridos: se propone implementar líneas principales y otras secundarias (aquellas que se desarrollan en las periferias y se conectan a las líneas principales). y de esta forma, ampliar la cobertura aumentando la accesibilidad de un número mayor de personas residentes en las zonas periféricas de la ciudad. En caso de requerir el uso de más de una línea de colectivo urbano, los usuarios pueden recibir un descuento en el boleto cada vez que se realicen trasbordos. Por otro lado también se pueden desarrollar diversos tipos de recorridos para que los viajes puedan cubrir la mayor extensión de la ciudad posible. Entre estos podemos citar:

- Extensiones del servicio: aumentar la frecuencia en determinados horarios de mayor demanda como por ejemplo en los horarios de entrada y salida a entidades educativas.
- Recorridos especiales: Son aquellos servicios que se pueden implementar con motivo de eventos masivos que se desarrollan en la ciudad, como también en épocas estivales donde hay mayor demanda.

- Extensión de los recorridos hacia la microregión: se puede prolongar algunas líneas urbanas hacia otras comunas y/o municipios para lograr una mayor conectividad de la microregión.

Medio de pago: se propone implementar medios de pago con tarjetas inteligentes, apuntando a reducir el tiempo de cancelación de los viajes arriba de las unidades y mejorar la velocidad del servicio. Asimismo se debe implementar un sistema tarifario integrado que posibilite el trasbordo entre líneas y la integración con otros servicios públicos, tales como estacionamiento medido, taxis, bicicletas públicas, otros. Otro tema fundamental son las tarifas y los subsidios para los servicios de transporte público ya que se deben lograr precios bajos para que las personas de bajos ingresos puedan pagar y, al mismo tiempo, poder cubrir los costos de operación.

Optimización de las paradas: con respecto a las paradas del TPM, se recomienda que estén en condiciones para que la espera de los usuarios sea adecuada, es decir, construcciones techadas equipadas con asientos y cartelería que informe sobre las líneas y recorridos, entre otras. Otro de los aspectos a considerar para aumentar la eficiencia son las paradas inteligentes las cuales cuentan con carteles LED que exhiben la información actualizada y en tiempo real de los arribos de cada línea de transporte urbano de pasajeros a esa parada, informan sobre los cambios de recorridos ante desvíos, destinos cubiertos por las líneas de esa parada, combinaciones posibles, entre otras. Estas paradas deberían estar distribuidas estratégicamente en distintos lugares de la ciudad como las paradas de puntos turísticos y las de mayor demanda.

Comunicación y atención al usuario: Un tema central para implantar un sistema de transporte eficiente es dotar de información clara, precisa, completa, de fácil acceso y comprensión para el usuario. De esta manera, se propone implementar las siguientes herramientas:

- Página web: se propone detallar en una plataforma digital toda la información relacionada al transporte público (recorridos de las líneas, horarios, paradas, cuadros tarifarios, entre otros) para que sea de fácil comprensión para los usuarios. Por otro lado se deberá desarrollar en la misma página web un espacio donde se puedan realizar consultas, reclamos o sugerencias.

- Aplicaciones móviles: es posible crear una aplicación gratuita para conocer el horario de arribo de la próxima unidad de transporte público con información precisa, rápida y en tiempo real. A su vez, se puede implementar una aplicación que informe al ciudadano acerca de las opciones más convenientes para llegar de un punto a otro en la ciudad utilizando la red de transporte público de pasajeros.
- SMS: se recomienda brindar un servicio para consultar el tiempo de llegada aproximado de la línea solicitada mediante el uso de tecnología SMS.
- Terminales de autoconsulta: se propone instalar puestos equipados con una pantalla inteligente que posibiliten consultar fácilmente y en tiempo real toda la información sobre el servicio de transporte urbano y que también permitan la recepción de consultas y sugerencias. Estos puntos se pueden ubicar en zonas de gran concentración de personas tales como la terminal de ómnibus, el centro de la ciudad, entre otros.

Disuadir el uso del TM

Uso compartido de vehículos: esta propuesta aplicable a VCP, persigue el uso racional del auto particular incentivando a compartir el auto a aquellas personas que se trasladan a destinos próximos en vehículos privados; por ejemplo, es común que varias ciudadanos se trasladan hacia la capital de Córdoba por estudios o trabajo. Además, se obtienen otros beneficios como la reducción de costos, menor consumo de energía, menor utilización del suelo, menor emanación de gases contaminantes, menor contaminación sonora, menor costo de viaje per cápita, entre otros.

El problema a resolver se presenta cuando las personas que se trasladan a destinos y en horarios similares no se conocen y no están contactadas. Es por ello que se podría generar un servicio, a través de la municipalidad, mediante una página web o aplicación móvil, donde los usuarios dispuestos a compartir sus vehículos con personas que realizan viajes similares, especifiquen lugares de partida, horarios, costos, entre otros datos del viaje. De esta manera, aquellas personas que coincidan con el destino y el horario del viaje, puedan compartir el transporte.

Transportes escolares: otra forma de disminuir el uso del vehículo privado compartiendo los viajes es a través de los transportes escolares. Este servicio podría ser brindado por entidades privadas o por la municipalidad, el cual debería trasladar a los estudiantes desde paradas preestablecidas, cercanas a sus hogares, hasta los centros educativos, y viceversa, en minibuses. Esto, además de reducir el tráfico en horas pico y evitar los habituales conflictos en la circulación de calles con establecimientos educativos, generaría empleo para los choferes de los vehículos del transporte escolar. Cabe aclarar que estos servicios deberán ser accesibles para todos los ciudadanos.

Las políticas de estacionamiento: el estacionamiento debe considerarse como un elemento clave para organizar la movilidad de la ciudad por lo que deben establecerse medidas que desincentiven el estacionamiento en aquellas zonas de mucho tráfico, tales como la Av. Cárcano, la costanera, el centro, entre otros. En este sentido, se propone realizar un control y aplicar sanciones más estrictas sobre las infracciones por estacionamiento indebido. Por otro lado para alcanzar estos objetivos es necesario otro tipo de instrumentos, como reducir el número de plazas de estacionamiento sobre la calzada, en particular en las calles más estrechas y concurridas del área central.

La segregación de los modos: Se refiere a reducir la cantidad de carriles disponibles para la circulación de los vehículos particulares, destinándolos al uso exclusivo de bicicletas y/o TPM. De esta forma, se incentivan los viajes en TNM y TPM, mientras que los viajes en vehículos privados son disuadidos.

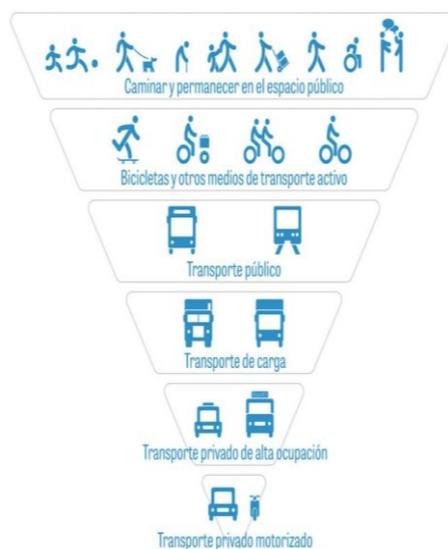


Imagen 3.25 Pirámide de Movilidad Urbana -
Fuente: UNITAR (2016)

Cobro de tasa al carnet de conducir: esta medida consiste en aplicar un recargo del 10% cada vez que se renueve el carnet de conducir o se lo realice por primera vez. El objetivo es recaudar fondos para utilizarlos en el mantenimiento y mejora de la estructura vial, priorizando las medidas destinadas al TNM y al TPM

Restricción de vehículos motorizados: Esta medida propone impedir la circulación vehicular con la idea de priorizar la circulación no motorizada. Estas zonas pueden limitarse a una determinada área o barrio, y su vez pueden variar de acuerdo con la hora del día, día de la semana, y hasta la estación del año. Esta propuesta se podría implementar en los alrededores de las escuelas y en aquellos sitios de turismo como el centro de la ciudad, la costanera, entre otros.

Medidas adicionales

Además de desarrollar los tres ejes principales, se propone implementar medidas complementarias que ayudarán a mejorar y alcanzar la sustentabilidad de la movilidad urbana de la ciudad a través de las siguientes propuestas:

Encuesta permanente a pasajeros: para poder promover el uso del TPM es fundamental conocer, previamente, la naturaleza de los patrones de viaje existentes en la ciudad y de esta forma proyectar un transporte público adecuado. Para ello se podría realizar la “Encuesta Permanente a Pasajeros” la cual consiste en encuestar a todos los miembros de un hogar con respecto a las prácticas individuales de viaje en transporte público. Se debería consultar acerca de los destinos, las razones para elegir el modo, los gastos de viaje, entre otras. Esta es una medida que podría ser realizada por la municipalidad de VCP, de forma aleatoria, a diferentes viviendas considerando todos los barrios de la ciudad; incluso se recomienda incluir en las encuestas a los turistas para conocer cuáles son sus usos más frecuentes del transporte en la ciudad, y de esta forma conocer la dinámica de movilidad de los ciudadanos y turistas de manera conjunta.

Evaluación de la satisfacción del usuario: por otro lado también se recomienda realizar esta valoración para conocer la opinión de los usuarios con respecto al transporte público, y a otros temas relacionados al transporte de la ciudad, obteniendo de esta forma más información y poder mejorar la movilidad en la ciudad con la opinión de los ciudadanos. Debido a que VCP es una ciudad pequeña, desde la municipalidad es posible realizar este

tipo de interacciones con los ciudadanos manteniendo un flujo de comunicación constante.

Realizar un control de ruido y emisiones contaminantes de los vehículos: se propone realizar un control periódico (ITV) sobre las condiciones de los vehículos, ya que ayudará a reducir la circulación de aquellos que, al contar tecnología obsoleta, generan contaminación atmosférica y sonora por encima del límite permitido. Cabe mencionar que esta medida es un requisito legal exigido por la Ley Nacional de tránsito.

Onda verde en los semáforos: consiste en coordinar una serie de semáforos para permitir el flujo continuo del tráfico sobre varias intersecciones en una misma dirección. En este contexto, cualquier vehículo que se mueva a lo largo de la onda verde a una velocidad constante preestablecida, no tendrá que detenerse en las intersecciones. Esto permite mayores volúmenes de tráfico, reduciendo el ruido y el consumo de combustible debido a que se requiere menor uso de los frenos y del acelerador.

Concientización y educación: para lograr la intermodalidad del transporte es sumamente necesario que se dediquen recursos para la concientización y la educación de la población. Se propone adoptar medidas para desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y habilidades de una persona sobre la forma de comportarse en la vía pública, ya sea como peatón o como conductor de un vehículo.

Centro de Monitoreo de la Movilidad (CMM): para realizar un control más exhaustivo del transporte en la ciudad se recomienda crear una institución eficaz para generar acciones a corto, medio y largo plazo mejorando la movilidad de los ciudadanos. Esta institución deberá tener como objetivo el control y la gestión de la movilidad de la ciudad mediante el empleo de tecnologías de última generación, integrándose a la planificación y a las políticas urbanas, de manera coordinada entre los diferentes organismos públicos que brindan servicios a la movilidad local.

4. CONCLUSIONES

La movilidad urbana de la ciudad de VCP se basa principalmente en el transporte motorizado, prevaleciendo el privado frente al público. En este contexto, se estima que existe un automóvil cada 3 habitantes por lo cual se podría suponer que se trata de una ciudad de clase media-alta. Debido al tamaño de la localidad, a sus características geomorfológicas y a que la mayoría de los viajes realizados son cortos (0 a 15 minutos) se concluye que la ciudad es apta para promover el TNM; sin embargo, la estructura urbana actual de la ciudad refleja escasa infraestructura que propicie e incentive el desarrollo de este tipo de transporte. Otro aspecto a destacar es la cobertura vegetal de la ciudad y sus alrededores, que al ser tan diversa y espesa, amortigua el impacto de las emisiones generadas por la flota vehicular.

La flota vehicular de la ciudad presenta características similares a la flota nacional en cuanto a tecnologías, tipos de combustibles utilizados y antigüedad de la flota. Haciendo hincapié en la tecnología vehicular se concluye que, si bien gran proporción de la flota es nueva, se cuenta con tecnología obsoleta y poco eficiente en cuanto a las emisiones. A su vez, existen muchos conductores que optan por quitar los sistemas de control de emisiones de su vehículo para aumentar la potencia.

Con respecto a los combustibles utilizados, tanto en VCP como en el resto de Argentina, el uso de biocombustibles es escaso debido al poco desarrollo de las tecnologías compatibles y a la alta competencia con los derivados del petróleo, cuya industria ya está consolidada mundialmente. Cabe aclarar que el uso de biocombustibles no implica disminuir la contaminación sino disminuir el consumo de combustible fósil, el cual es considerado un recurso no renovable. Se concluye que la tecnología menos contaminante es el uso de vehículos híbridos pero no se desarrolla este tema en la investigación ya que hoy en día en nuestro país no se aplica esta tecnología por lo que no es una opción viable.

Respecto al marco legal, se afirma que existe una normativa escasa relacionada a las emisiones vehiculares tanto a nivel nacional, provincial como municipal. Hoy en día, no existe ningún marco legal que obligue a los usuarios a reemplazar nuevamente las tecnologías que se han deteriorado con el pasar del tiempo.

En cuanto a las inspecciones vehiculares, conocidas como ITV, existe una normativa legal tanto a nivel nacional como provincial que exige que todos los vehículos realicen este tipo de verificación. Sin embargo, hoy en día el municipio no cuenta con talleres

apropiados para cumplir con la normativa, por lo que no está cumpliendo con estas disposiciones y por ende no le puede exigir a sus habitantes realizar la ITV.

La estimación del inventario de emisiones de GEI y contaminantes criterio para el municipio de VCP llevó consigo la recolección de información necesaria para ingresar al modelo IVE, como la cantidad y las características del parque automotor del lugar. Estos datos se obtuvieron mediante el desarrollo de tareas a campo en las vías principales y secundarias de la ciudad, junto con información proporcionada por el municipio.

En base a los resultados obtenidos se concluye que no existe una categoría que genere más emisiones que otra: todas emiten diferentes contaminantes en distintas proporciones debido a las características propias de los vehículos (combustible, tecnologías vehiculares, antigüedad, uso, entre otras). En este sentido se concluye que, a partir de los resultados arrojados por el modelo, el automóvil particular es el principal responsable de las emisiones de CO₂, SO_x, NO_x, VOC y CO en la ciudad; a su vez, los camiones y colectivos son los mayores emisores de MP y N₂O mientras que los taxis y remises, por su característico uso de GNC, son responsables de las mayores emisiones de CH₄.

En comparación con los resultados arrojados por el modelo IVE en el Gran Buenos Aires (2006), se concluye que la flota vehicular de VCP genera menos emisiones globales, mientras que las emisiones per cápita de la localidad son elevadas. De esta manera, los resultados obtenidos sirvieron de base para conocer la situación actual de la ciudad con respecto a las emisiones producidas por la flota vehicular, y así, permitieron proponer lineamientos con medidas preventivas de gestión para mitigar y disminuir las emisiones vehiculares, además de mejorar la movilidad urbana de la ciudad.

Por otro lado, se abordó desde la gestión ambiental una propuesta sistémica e integral de la problemática teniendo en cuenta los aspectos sociales, ambientales y económicos de la ciudad relacionados a la movilidad urbana de la localidad. Los lineamientos de dicha propuesta buscaron aplicar medidas preventivas referidas al desarrollo del transporte no motorizado, a la disuación del vehículo privado y a la promoción del transporte público masivo. A su vez se recomienda, por un lado, implementar un marco legal que regule rigurosamente las emisiones vehiculares, y por el otro, llevar a cabo controles periódicos para evaluar y analizar la evolución de los contaminantes del aire producidas por las fuentes móviles. Cabe aclarar que todas las medidas y recomendaciones mencionadas deberán estar acompañadas por programas de concientización y educación para

involucrar a toda la sociedad en conjunto, logrando una movilidad integral y sistémica, ya que hoy en día son escasas las políticas públicas que promuevan el cambio de paradigma.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Estevan y A. Sanz, (1996), "*Hacia la reconversión ecológica del transporte. La Catarata, Madrid*". Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2016. (<http://www.ecologistasenaccion.org/article9844.html#nh2-2>)
- Abengoa Bioenergía, (2010), "*Reducción de las Emisiones*". Fecha de consulta: 20 de octubre del 2016. (<http://www.abengoabioenergy.com>)
- Agencia Europea de Medio Ambiente, (2016), "*Ozono troposférico*". Fecha de consulta: 10 de septiembre del 2016. (<http://www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/page005.html>)
- Álvarez S., Evelson P. y Boveris A., (2009), "*El combustible del futuro*". Fecha de consulta: 20 de octubre. (<http://www.uba.ar/encrucijadas/45/sumario/enc45-combustiblefuturo.php>)
- Ambientum, (2014), "*Los contaminantes atmosféricos*". Fecha de consulta: 20 de octubre 2016. (http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/atmosfera/Los-contaminantes-atmosfericos.asp)
- Ambientum, (2016), "*Biodiésel, una alternativa limpia al gasóleo*". Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2016. (www.ambientum.com/revistanueva/2005-05/biodiesel.htm)
- Andrino Cebrián J.A., (2013). "*Mecánica y entretenimiento simple del automóvil*". Fecha de consulta: 10 de septiembre del 2016. (http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/directores_2013/Mecanica-y-entrenamiento-simple-del-automovil-Ed.-2013.pdf)
- Armas Vásquez D. y Vallejo Delgado A., (2013), "*Implementación de un Sistema de Inyección Multipunto Programable en un vehículo a carburador*". Obtenido de Universidad de San Francisco de Quito.
- Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes, (2015), "*Flota circulante en Argentina 2015*". Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016. (www.afac.org.ar)
- Banco de Desarrollo de América Latina, (2011), "*La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria. Transporte*". Fecha de Consulta: 15 de noviembre del 2016. (<http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2012/09593.pdf>)
- Banco de la República Actividad Cultural, (2011) "*Gas Natural Comprimido Vehicular GNCV*". Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016. (<http://www.banrepcultural.org/node/92121>)
- Banco Interamericano de Desarrollo y United Nation Centre for Regional Development, (2011), "*Encuesta FTS*". Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016. (http://www.uncrdlac.org/fts/EMBARQ_DocumentoDeSoporteFTS.pdf)
- CAF, (2011), "*La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina; Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria*". Fecha de consulta: 15 de julio 2016. (<http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2012/09593.pdf>)
- Cámara Argentina de Biocombustibles, (2015), "*La producción de Biodiesel en Argentina: Una decisión estratégica*". Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2016. (<http://carbiod.com.ar/>)

Cámara de Fabricantes de Motovehículos, (2010), “*Flota circulante de moto vehículos*”. Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016. (<http://www.cafam.org.ar>)

Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT), (2005), “*Gases de efecto invernadero*”. Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2016. (<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/GasesEfect.htm>)

Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial, UTN, (2005), “*El transporte automotor de Cargas en la Argentina*”. Fecha de Consulta: 20 de octubre del 2016. (<http://www.edutecne.utn.edu.ar>)

CPUA, (2015), “*Plan estratégico de la Ciudad de Villa Carlos Paz. Documento de pre-diagnóstico: eje urbano ambiental*”. Fecha de consulta: 15 de julio del 2016. (<http://www.plandelavilla2020.com.ar>)

CPUA, (2015), “*Plan estratégico de la Ciudad de Villa Carlos Paz. Documento de pre-diagnóstico: eje social*”. Fecha de consulta: 15 de julio del 2016. (<http://www.plandelavilla2020.com.ar>)

CRICYT, (2012), “*Gases de efecto invernadero*”. Fecha de consulta: 20 de octubre 2016. (<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/GasesEfect.html>)

D. Hidalgo, (2011), “*Transporte sostenible para America Latina. Situacion actual y perspectivas.*” Fecha de consulta: 16 de Julio. (<http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/08760.pdf>)

E.E.T. N° 466, (2001) “*Funcionamiento basico de los motores de combustion interna*”. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016. (<http://www.oni.esuelas.edu.ar/2001/santa-fe-sur/motor/Esquema/otto.html>)

Ente de Movilidad de Rosario, (2016) (<http://www.etr.gov.ar>)

Escuela de organización industrial,(2015), “*Los motores diesel y la contaminacion*”. Fecha de consulta 20 de noviembre de 2016. (<http://www.eoi.es/blogs/redinnovacionEOI/2015/10/08/los-motores-diesel-y-la-contaminacion/>)

EPA, (2017) “*Greenhouse Gas Emissions*”. Fecha de consulta: 25 de agosto de 2017. (<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>)

Fundación Instituto Tecnológico Para la Seguridad del Automóvil (FITSA) e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), (2008), “*Nuevos combustibles y tecnologías de propulsión: situación y perspectivas para automoción*”. Fecha de consulta: 2 de septiembre del 2016. (http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_nuevos_combustibles_6_2d83b8b8.pdf)

Gaioli F. y Tarela P., (2010). “*El cambio climático y la polución urbana*”. Obtenido del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Fecha de consulta: 2 de septiembre del 2016. (http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/cambio_climatico/publicaciones/Polucion_urbana/polucion_urbana.pdf)

Gobierno de la Provincia de Cordoba, “*Legislacion Provincial*”. Fecha de consulta 29 de marzo 2017. (<http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/fri?OpenForm>)

Gobierno del Principado de Asturias, (2009), “*Las causas del cambio climático, obtenido de la Red Ambiental de Asturias*”. Fecha de consulta: 2 de noviembre del 2016.

(<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=b8da06e98057d210VgnVCM10000097030a0aRCRD>)

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), (2011), “*Una industria llamada GNC*”. Fecha de consulta: 2 de septiembre del 2016. (<http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc102/inti11.php>)

International Vehicle Emissions Model, (2008) “*Manual del Usuario del Modelo IVE*”, Fecha de consulta: 15 de Febrero 2017. (<http://www.issrc.org/ive/>)

IPCC, (2007). “*¿Qué es el efecto invernadero?*”. Fecha de consulta: 2 de septiembre del 2016.

(https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html)

IPCC, (2015), “*Cambio Climático y Biodiversidad. Obtenido de Documento Técnico V del IPCC*”. Fecha de consulta: 22 de abril del 2015. (<https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>)

J. Barbero & J. Bertranou, (2015), “*Una asignatura pendiente, Estado, instituciones y política en el sistema de transporte*”, Fecha de consulta: 15 de julio 2016.

(<http://www.unsam.edu.ar/institutos/transporte/publicaciones/DocumentoN1-BarberoyBertranou-Asignaturapendiente.pdf>)

M. Ugarte (2006), “*Mitigación de la amenaza por inundaciones repentinas en las comunas del sur de punilla, provincia de Córdoba*”. Fecha de consulta: 15 de julio del 2016.

(http://www.adarsa.org.ar/perfil_geomorfológico/08_perfil_geomorfológico_rio_san_antonio.pdf)

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, (2013), “*Plan Argentina Innovadora 2020, Tecnologías para Logística y Transporte*”. Fecha de consulta: 15 de Julio 2016.

(http://www.argentinainnovadora2020.mincyt.gob.ar/?wpfb_dl=47)

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, “*Información Legislativa y Documental*”. Fecha de consulta: 29 de Marzo. (<http://www.infoleg.gob.ar/>)

Municipalidad de Villa Carlos Paz, (2014), “*Documento de Pre - Diagnostico Sector Económico – Turístico*”. Fecha de consulta 20 de Julio de 2016 (<http://plandelavilla2020.com.ar>)

Municipalidad de Villa Carlos Paz, “*Digesto Municipal*”. Fecha de Consulta: 30 de marzo 2017.

(<https://www.villacarlosspaz.gov.ar/digestolm/index.php>)

Municipalidad de Villa Carlos Paz, 2016. Registro del Automotor del Municipio

Priego González de Canales, (2009), “*Nuevas formas de entender la naturaleza urbana*”. Fecha de consulta: 23 de julio 2016. (<http://www.revistaambienta.es>)

Programa de las Naciones Unidas, (2009), “*Contaminación Atmosférica y Transporte*”, Fecha de consulta: 26 de octubre 2016. (http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/Awareness/Tool1/index.html)

Roberto Agosta, (2012), "*Problemática general del Sector Transporte en la Argentina*". Obtenido de la revista "Voces en el Fénix". Fecha de consulta: 10 de septiembre del 2016

<http://www.vocesenelfenix.com/content/problem%C3%A1tica-general-del-sector-transporte-en-la-argentina>)

Rojas A., (2015), "Estimación de emisiones de contaminantes provenientes de fuentes móviles en la jurisdicción CAR"

Rueda, & Garcia, (2015), "*Gaceta ecológica*". Fecha de consulta: 13 de mayo del 2016. Obtenido de Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos: (<http://www.redalyc.org/pdf/539/53906501.pdf>)

Servicio Meteorológico Nacional. (<http://www.smn.gov.ar/>)

U.S. Environmental Protection Agency, (2015), "*Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2013*". Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2016.

(<https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/ghgemissions/US-GHG-Inventory-2015-Main-Text.pdf>)

UNC y Municipalidad de VCP, (2011), "*Estudio del Área protegida de Villa Carlos Paz*". Fecha de consulta: 15 de julio del 2016. (www.cpua.gov.ar)

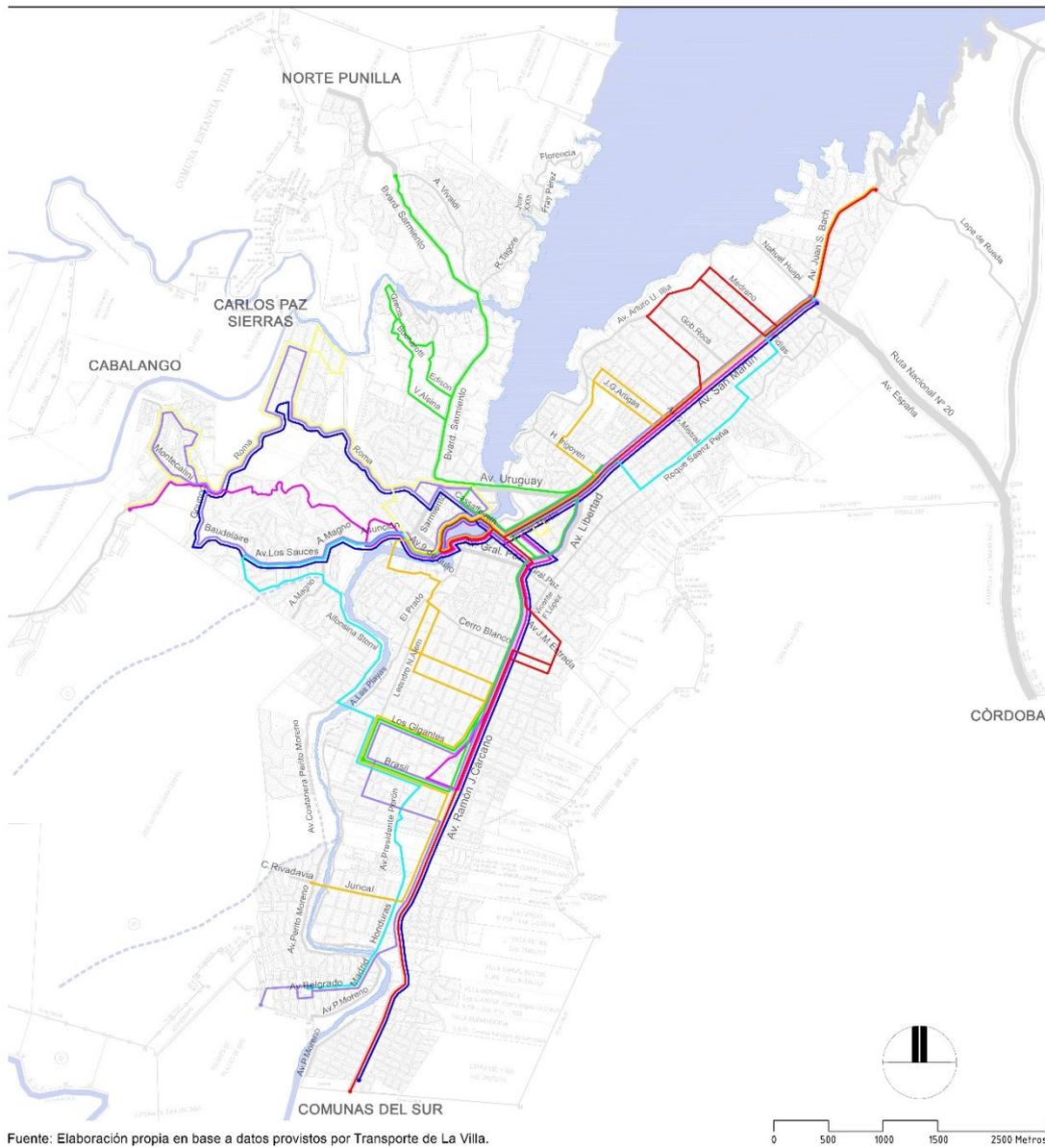
United Nations Institute for Training and Research, (2016). Curso "*Movilidad Urbana Sostenible en Países en Desarrollo*"

Vassallo Julio, (2007), "*Certificación de Emisiones de Vehículos Automotores*". Obtenido de: Seminario "Nuevo combustible gaseoso hidrógeno-gas natural comprimido"

6. ANEXOS

6.1 Recorridos de las líneas colectivos en VCP

TRANSPORTE



REFERENCIAS

- | | |
|--|--|
|  B1 |  B6 |
|  B2 |  B7 |
|  B4 |  B9 |
|  B5 |  F1 |



6.2 Estudio del flujo vehicular.

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		2	Fecha: 23-06-2016		Turno: Mañana			A = Carcano y General Paz			B= Brasil - Peron		
Video N° 1													
Hora	Circuito	Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	M minibuses	Bicicletas
7:20	A	180	27	17	8	6	16	6	4	1	4	7	0
7:51	B	146	43	10	4	3	36	2	1	1	3	0	2
8:08	B	119	15	9	7	5	25	1	1	0	1	0	1
8:44	A	245	45	35	0	5	46	8	4	3	3	0	3
9:15	A	257	58	37	15	3	49	14	1	1	8	2	2
9:45	B	108	19	10	6	1	20	1	2	2	0	0	0
10:07	B	103	18	9	5	1	22	1	0	0	0	0	4
10:45	A	273	48	34	17	2	34	10	4	1	9	4	1
11:10	A	300	61	33	20	4	48	6	6	1	6	2	1
11:37	B	103	20	11	7	0	34	4	3	0	0	0	0
12:02	B	134	25	17	8	3	57	0	4	2	0	1	1
12:30	A	243	43	27	11	0	58	11	7	2	0	0	0
13:00	A	268	61	34	12	7	65	11	4	6	4	3	2
13:25	B	125	11	6	8	4	58	4	1	11	1	0	1

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		3	Fecha 05-07-2016		Turno: Mañana			A = CUCU			B= La paz - Asuncion		
Video N° 2													
Hora	Circuito	Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	M minibuses	Bicicletas
7:11	A	162	20	7	3	1	14	2	0	1	9	1	0
7:39	B	127	13	8	6	3	22	0	0	0	4	1	1
8:00	B	147	21	15	6	1	38	4	0	2	2	1	0
8:40	A	330	37	39	6	2	52	5	4	0	7	1	0
9:10	A	305	51	27	3	2	39	7	2	0	6	0	1
9:40	B	259	13	19	7	1	36	2	3	2	5	0	2
10:06	B	260	24	9	11	1	37	4	5	2	4	0	0
10:47	A	293	40	26	19	2	24	9	0	2	7	1	1
11:13	A	300	43	30	9	4	29	1	13	3	7	0	2
11:45	B	267	19	21	6	0	45	1	1	2	6	0	0
12:00	B	285	33	25	34			4	2	2	6	0	0
12:45	A	302	46	29	5	0	51	1	3	2	9	0	1
1:00	A	313	43	43	7	2	28	2	2	3	8	2	0
1:30	B	280	38	15	8	4	57	1	0	1	2	0	3

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		1	Fecha 06-07-2016		Turno: Mañana			A = Av San Martín (mano hacia VCP)			B= Mano hacia Cba		
Video N° 3													
Hora	Circuito	Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	M minibuses	Bicicletas
7:11	A	151	52	15	7	3	15	6	5	0	19	4	0
7:40	B	77	31	30	11	3	23	6	4	1	12	0	0
8:15	A	183	36	19	9	4	8	2	2	1	10	4	0
8:50	B	0	54	33	14	5	31	2	8	2	12	2	0
9:20	A	186	46	29	13	4	14	5	9	2	1	2	0
9:41	B	219	56	25	10	2	18	4	7	3	8	3	0
10:15	A	218	42	27	14	4	19	13	6	2	11	3	0
10:48	B	219	54	25	11	4	22	1	9	1	8	2	0
11:10	A	246	44	34	11	1	16	5	4	4	9	1	0
11:47	B	224	45	35	6	0	20	7	5	3	7	2	0
12:30	A	258	38	18	11	2	38	3	7	5	4	2	0
12:46	B	282	50	42	10	1	33	4	3	4	5	1	0
1:05	A	272	40	36	4	2	45	3	4	2	6	5	0
1:30	B	272	36	24	5	6	33	8	2	2	10	4	0

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		1	Fecha: 07-08-2016		Turno: Tarde		A = Av San Martín mano VCP			B= Costanera Illia y Lincoln			
Video N° 4													
Hora		Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	Minibuses	Bicicletas
14:00	A	NO REALIZADO											
14:15	B	NO REALIZADO											
15:00	A	308	26	13	4	0	27	1	0	0	6	5	1
15:15	B	248	15	12	0	0	33	0	0	0	0	0	6
16:00	B	175	6	12	1	0	28	0	0	0	1	0	8
16:50	A	359	26	19	6	1	28	0	0	0	10	2	1
17:03	A	380	34	28	6	1	18	1	0	1	9	2	2
17:30	B	223	21	16	1	0	44	0	0	2	0	0	9
18:10	B	278	20	9	0	0	27	0	0	0	0	0	3
18:30	A	374	23	19	4	2	31	0	1	1	12	3	1
19:10	A	346	38	26	2	2	18	0	1	0	3	3	0
19:30	B	154	13	11	0	0	30	0	0	0	0	0	4
20:02	B	170	10	13	0	0	39	0	0	0	0	0	3
20:35	A	227	29	22	5	4	16	0	1	0	9	5	0

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		3	Fecha: 08-08-2016		Turno: Tarde		A = CUCU			B= La paz y Asuncion			
Video N° 5													
Hora	Circuito	Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	Minibuses	Bicicletas
14:29	A	151	36	28	3	4	48	2	3	1	4	0	0
14:50	B	188	23	15	6	1	32	0	2	1	2	0	3
15:22	B	173	26	21	7	2	31	0	6	2	4	0	1
15:53	A	234	44	39	8	3	46	4	6	1	7	2	1
16:15	A	219	44	31	6	2	40	2	4	1	4	1	4
16:45	B	176	35	22	8	3	61	0	3	1	3	0	5
17:05	B	178	23	13	10	5	46	2	0	4	6	1	6
17:43	A	312	46	34	3	1	49	1	4	3	9	1	1
18:09	A	400	48	27	8	6	58	3	1	1	7	0	4
19:00	B	203	27	29	10	2	67	0	5	0	4	1	2
19:20	B	186	25	16	12	2	47	1	0	2	4	1	3
19:50	A	261	41	29	15	9	43	0	0	0	9	2	1
20:06	A	238	32	29	10	0	30	2	0	0	14	0	3
20:30	B	141	23	19	8	1	58	0	1	0	7	1	2

ETAPA 2: FILMACIONES													
Zona		2	Fecha: 27-08-2016		Turno: Tarde		A = Carcano YPF			B= Brasil y Peron			
Video N° 6													
Hora	Circuito	Autos	Utilitarios	Camionetas	Taxis	Remises	Motos	Camiones Pesados	Camiones Medianos	Camiones Livianos	Colectivos Grandes	Minibuses	Bicicletas
14:00	B	NO SE REALIZO											
14:45	A	227	44	20	15	3	32	2	0	3	6	3	4
15:00	A	276	34	19	9	2	53	0	7	1	6	2	2
15:40	B	88	15	19	3	2	27	1	1	0	3	0	1
16:04	B	84	14	7	7	5	22	1	2	0	0	0	3
16:45	A	274	39	18	18	1	46	0	3	2	3	2	1
17:03	A	292	42	33	17	3	41	0	1	1	7	2	3
17:42	B	128	17	7	2	3	35	0	1	0	3	0	2
18:15	B	163	20	11	4	1	35	0	1	0	1	2	2
18:43	A	389	45	32	8	4	47	0	1	1	5	5	1
19:01	A	300	45	31	10	2	53	0	0	1	7	3	1
19:28	A	317	36	24	11	6	33	1	1	0	7	4	2
19:45	B	109	12	5	1	1	49	1	0	0	1	1	2
20:00	B	NO SE REALIZO											

6.3 Encuesta "Ciclos de Encendido y Apagado del Motor del Vehículo"

A partir de esta Encuesta se recolectará información sobre el número de veces que el vehículo es encendido y apagado. Esto es fundamental ya que permitirá conocer el número de veces que el motor parte en frío, es decir a temperaturas menores a las temperaturas de régimen

Es imprescindible que la Encuesta esté **impresa y siempre disponible** en el vehículo (junto con una lapicera en el asiento del acompañante, arriba del tablero, guantera, etc.) para ser llenada **CADA VEZ** que el vehículo es encendido y apagado

Desde ya AGRADECEMOS su colaboración y buena predisposición para realizar este estudio tan importante para la gestión de las fuentes vehiculares.

Ante cualquier duda o consulta puede comunicarse al 351-6073311 o al 351-2881343.

Muchas gracias.

PROCEDIMIENTO

La encuesta debe ser completada cada vez que el automóvil es encendido y apagado, cualquiera sea el motivo o distancia a recorrer

1) Características del vehículo

- **Marca –Año:** Dato voluntario - No obligatorio.

Ejemplo: Marca/Modelo/Combustible: Volkswagen/ Gol 1.6/ Gas; Año modelo: 2007

2) Registro encendido y apagado del vehículo: viajes realizados en el periodo de 7 días.

- **Fecha:** Es la fecha en que se "enciende" y "apaga" el vehículo. Con esto podemos conocer el tiempo y el modo de utilización del vehículo por parte de los habitantes de la ciudad.
- **Hora de encendido:** se debe completar con la hora en que se enciende el vehículo. Esto debe ser completado cada vez que se utiliza el automóvil en el transcurso de una semana.
- **Hora de apagado:** Se debe detallar el horario en que se apaga el vehículo.
- **Observaciones:** Se debe detallar cualquier anomalía, problema, comentario que surja en el periodo de la encuesta. Ejemplo: Si olvida registrar la hora en que encendió/apagó el motor.

6.4.3 Encuesta tecnología vehicular: Camiones / Colectivo

		UNIVERSIDAD BLAS PASCAL		FECHA					
		CONSEJO DE PLANIFICACION URBANO AMBIENTAL - ADARSA							
		Encuesta para Fuentes Móviles - Colectivos/Camiones							
1. CONVENCIONES									
		Tipo		Sistema de entrega					
B		Buses		ID		Inyección Directa			
C		Camiones		IP		Inyec. Pre-Cámara			
				CR		Common rail (FI)			
2. INFORMACIÓN VEHICULAR									
N°	TIPO	MARCA	MODELO	AÑO / PATENTE (Opcional)	KILOMETRAJE	*CILINDRADA	*PESO	*SISTEMA ENTREGA	**AIRE ACOND.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

6.5 Archivos de entrada para el modelo IVE

Para estimar el inventario de emisiones fue necesario generar dos tipos de archivos para alimentar al modelo IVE. El primero de ellos, denominado “Archivo Flota”, describe las tecnologías circulantes y su proporción respecto del total, mientras que el “Archivo de Localidad” describe la actividad vehicular hora a hora, junto con parámetros meteorológicos y datos referidos a la calidad de los combustibles empleados. En estos dos archivos se resume la información recabada en las etapas antes descritas.

6.5.1 Archivo Localidad

Una vez recolectada la información, es transformada en un archivo de entrada del modelo IVE llamado Localidad. Este, contiene información acerca de lo siguiente en el área:

Tabla 6.1 Información requerida por el archivo Localidad

<p>COMPORTAMIENTO DE CONDUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnitud de conducción • Patrones de conducción (perfiles de velocidad y aceleración)
<p>PATRONES DE PARTIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de partidas • Patrón de Soak (la distribución de cuánto tiempo el motor ha estado apagado antes de una partida)
<p>VARIABLES AMBIENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altitud • Pendiente • Temperatura
<p>CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de combustible • Cantidad de contaminantes y aditivos

Fuente: ISSRC (2008)

Esta información fue ingresada en un documento Excel conformado por las siguientes pestañas.

Input location: en esta pestaña se ingresan datos de algunas variables ambientales de la ciudad (latitud, longitud y altitud), información sobre las ITV, el porcentaje de uso promedio del aire acondicionado y por último, la composición de los combustibles.

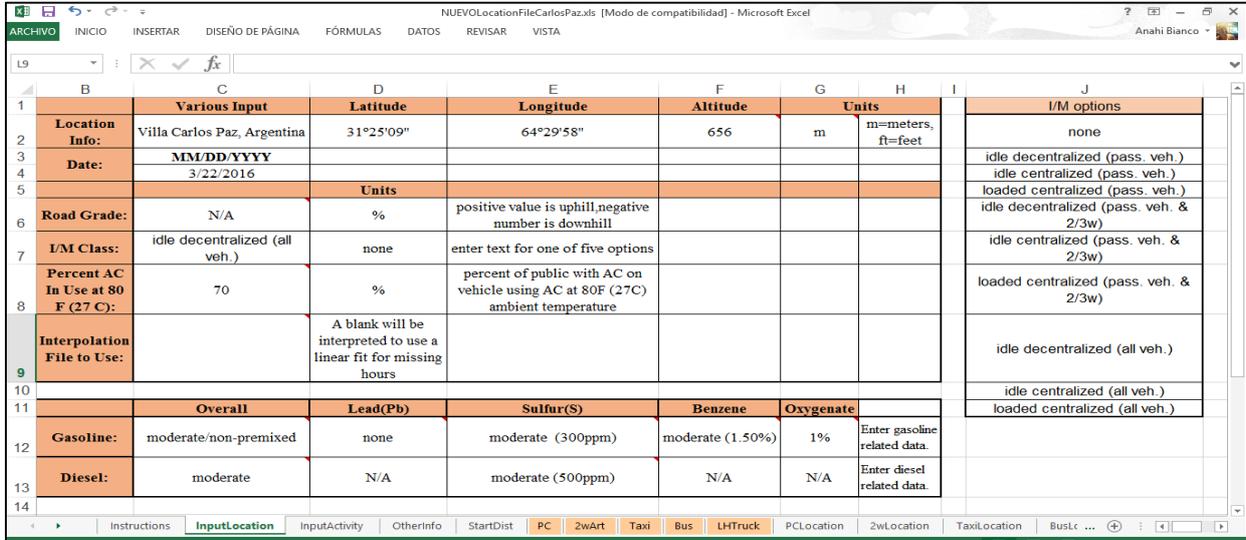


Imagen 6.1 Pestaña: Input Location - Fuente: elaboración propia (2017)

Input activity: esta pestaña contiene información sobre la actividad vehicular de la ciudad dividida en los siguientes cuadros:

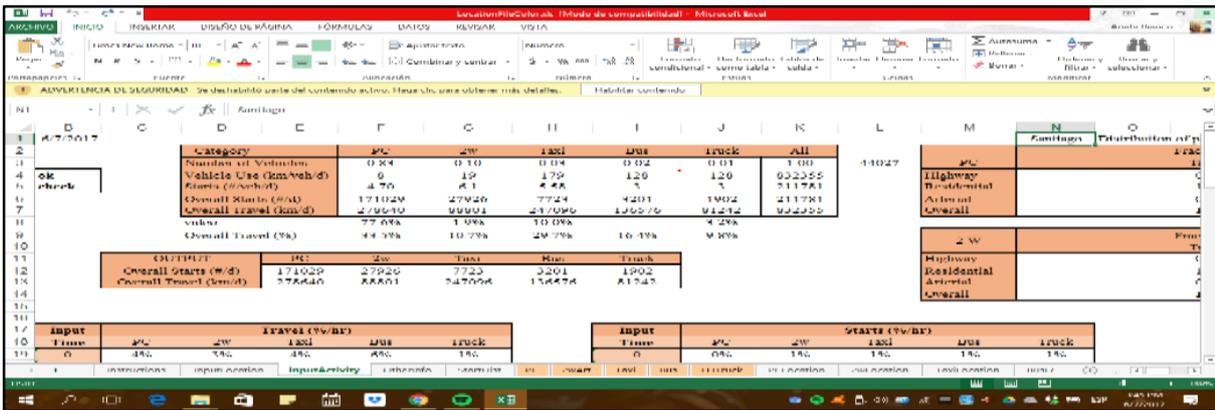


Imagen 6.2 Pestaña Input Activity - Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir de las filmaciones y encuestas, en este cuadro se detalla la fracción de vehículos de cada categoría, el uso de los mismos (es decir la cantidad de kilómetros por vehículo por día), el número de encendidos por vehículos por día y por último el total de encendidos y kilómetros por día.

Input		Travel (%/hr)				
Time	PC	2w	Taxi	Bus	Truck	
0	4%	3%	4%	6%	1%	
1	3%	3%	4%	6%	1%	
2	3%	3%	4%	6%	1%	
3	3%	3%	4%	6%	1%	
4	3%	3%	4%	6%	1%	
5	3%	3%	4%	6%	1%	
6	5%	5%	3%	3%	3%	
7	3%	3%	4%	6%	6%	
8	4%	4%	5%	4%	8%	
9	5%	4%	5%	3%	11%	
10	5%	3%	7%	5%	11%	
11	5%	4%	5%	4%	11%	
12	5%	5%	6%	3%	10%	
13	5%	5%	5%	4%	11%	
14	4%	5%	5%	2%	3%	
15	4%	4%	3%	3%	4%	
16	5%	5%	5%	3%	4%	
17	5%	5%	3%	3%	3%	
18	6%	6%	4%	4%	2%	
19	5%	5%	4%	3%	1%	
20	4%	5%	3%	3%	1%	
21	4%	5%	3%	3%	1%	
22	4%	5%	3%	3%	1%	
23	4%	5%	3%	3%	1%	
total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Input		Starts (%/hr)				
Time	PC	2w	Taxi	Bus	Truck	
0	0%	1%	1%	1%	1%	
1	0%	1%	1%	1%	1%	
2	0%	1%	1%	1%	1%	
3	0%	1%	1%	1%	1%	
4	0%	1%	1%	1%	1%	
5	0%	1%	1%	1%	1%	
6	0%	1%	1%	1%	1%	
7	1%	1%	1%	1%	1%	
8	8%	8%	8%	8%	8%	
9	4%	8%	8%	8%	8%	
10	8%	8%	8%	8%	8%	
11	9%	7%	7%	7%	7%	
12	7%	7%	7%	7%	7%	
13	4%	7%	7%	7%	7%	
14	4%	4%	4%	4%	4%	
15	5%	4%	4%	4%	4%	
16	9%	4%	4%	4%	4%	
17	9%	7%	7%	7%	7%	
18	11%	7%	7%	7%	7%	
19	8%	7%	7%	7%	7%	
20	6%	5%	5%	5%	5%	
21	4%	5%	5%	5%	5%	
22	0%	5%	5%	5%	5%	
23	0%	1%	1%	1%	1%	
total	100%	100%	100%	100%	100%	

Imagen 6.3 Input Location - Fuente: elaboración propia (2017)

En el cuadro Travel (viajes) se muestra la cantidad de vehículos de cada categoría que circularon en cada hora del día. Dicha información se obtuvo a partir de la sumatoria de los datos arrojados por las filmaciones (cantidad de unidades que transitaron por cada punto). Debido a que los videos se realizaron de 07 a 21 horas, se debió estimar las horas restantes (22 a 6 horas) en función a la similitud con las horas registradas para poder completar la información requerida por el modelo.

De manera similar, el cuadro Start (encendidos) muestra el porcentaje de vehículos de todas las categorías encendidos en cada hora. Esta información se obtuvo a partir de las encuestas de encendido y apagado y de los datos registrados por las VAMs.

Other info: en dicha pestaña se ingresan datos meteorológicos (temperatura y humedad) por hora de un día promedio.

Tabla 6.2 Other info

Hour	Temp	Humidity
0	17.5	59.4
1	16.6	63.2
2	16.0	65.3
3	15.6	66.5
4	15.1	67.9
5	14.6	68.8
6	14.2	70.1
7	13.8	71.3
8	13.5	71.9
9	13.2	72.9
10	13.0	72.8
11	13.8	70.8
12	15.7	65.0
13	18.2	56.9
14	19.9	50.8
15	21.3	46.9
16	22.4	43.8
17	23.2	41.7
18	23.7	40.2
19	23.7	39.9
20	23.3	40.5
21	22.4	43.2
22	20.5	48.8
23	18.7	54.9

Fuente: elaboración propia (2017)

Start Distribution: aquí se muestra el porcentaje de cada uno de los 10 períodos de Soak por hora para una categoría de la flota. Estos valores se obtuvieron de diferente manera según la tipología:

- Para autos particulares se tuvieron en cuenta las encuestas de encendido y apagado;
- Para motos se tomaron los mismos valores que autos particulares ya que la actividad es similar;
- Para camiones y taxis y remises se evaluaron los datos relevados por las vams;
- Para colectivos, se utilizó información brindada por los choferes

A modo de ejemplo, el siguiente cuadro muestra el “Start Distribution” de los automóviles particulares.

Tabla 6.3 SOAK Category

PC	Soak Category (hours)										Total
	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	6 hr	8 hr	12 hr	18+	
0	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
1	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
2	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
3	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
4	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
5	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%
6	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	100.0%
7	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	0.400	100.0%
8	0.000	0.022	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.133	0.778	100.0%
9	0.130	0.000	0.087	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.174	0.565	100.0%
10	0.140	0.070	0.047	0.442	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.233	100.0%
11	0.259	0.093	0.111	0.167	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.278	100.0%
12	0.286	0.143	0.190	0.238	0.048	0.024	0.000	0.000	0.000	0.071	100.0%
13	0.360	0.080	0.160	0.240	0.040	0.000	0.040	0.000	0.000	0.080	100.0%
14	0.045	0.091	0.045	0.182	0.000	0.136	0.227	0.182	0.000	0.091	100.0%
15	0.161	0.065	0.065	0.129	0.065	0.097	0.226	0.065	0.000	0.129	100.0%
16	0.164	0.055	0.145	0.145	0.073	0.109	0.036	0.145	0.018	0.109	100.0%
17	0.236	0.164	0.091	0.036	0.091	0.018	0.182	0.073	0.036	0.073	100.0%
18	0.265	0.132	0.191	0.191	0.088	0.015	0.059	0.029	0.015	0.015	100.0%
19	0.449	0.061	0.122	0.143	0.061	0.020	0.020	0.061	0.020	0.041	100.0%
20	0.162	0.216	0.135	0.135	0.216	0.027	0.000	0.000	0.000	0.108	100.0%
21	0.130	0.130	0.174	0.130	0.174	0.043	0.130	0.043	0.043	0.000	100.0%
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	100.0%
23	0.333	0.000	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.0%

Fuente: elaboración propia (2017)

Speed Analysis: A continuación se encuentran las pestañas correspondientes a los datos relevados con las VAMs, los cuales se organizan en una pestaña por cada categoría.

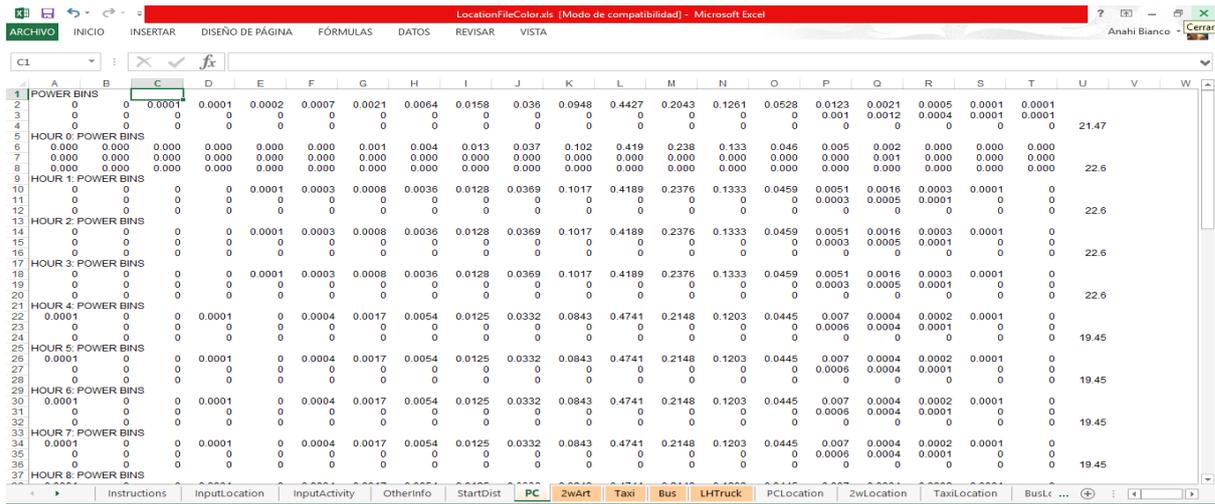


Imagen 6.4 Speed Analysis - Fuente: elaboración propia (2017)

Previamente los archivos son evaluados para descartar errores, por lo que se volcó cada uno en una plataforma que nos permite mostrar en un mapa los datos de latitud y altitud obtenidos y así corroborar que no haya discontinuidades. En la siguiente imagen se

muestra, en la parte superior, el recorrido realizado por uno de los camiones y, en la parte inferior, un gráfico donde se observa la variación de la altura a lo largo del circuito.

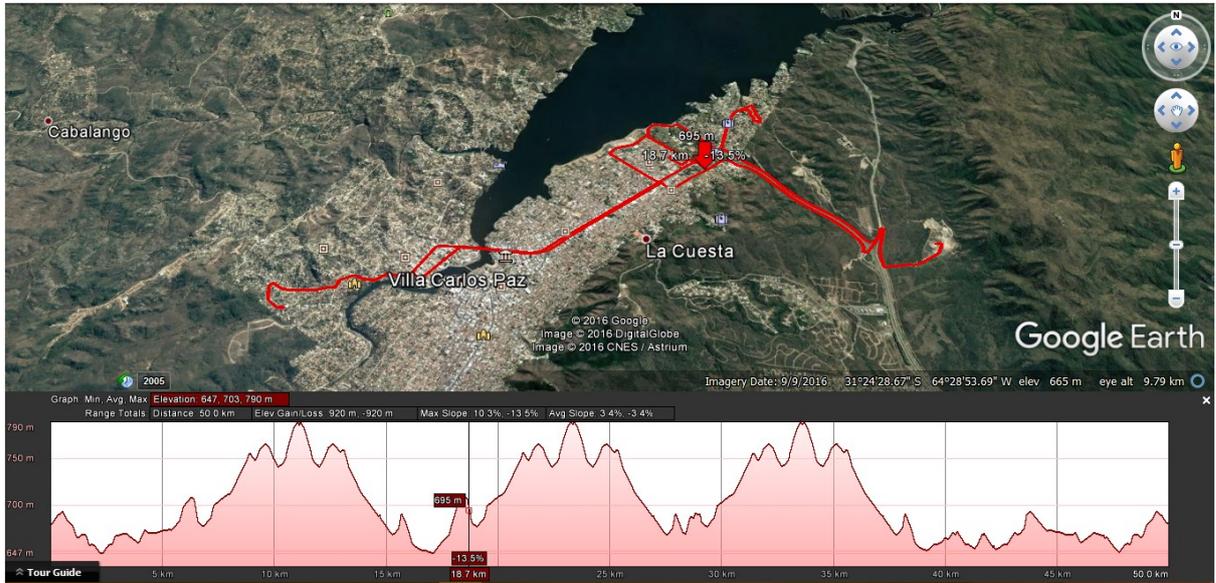


Imagen 6.5 Recorrido del camión obtenido con la VAM - Fuente: elaboración propia (2017)

Resumen Location: Por último, en el archivo localidad existen 5 pestañas diferentes (una para cada categoría) donde se resume toda la información por hora ingresada en las pestañas anteriores. Estas se completan automáticamente mediante fórmulas matemáticas

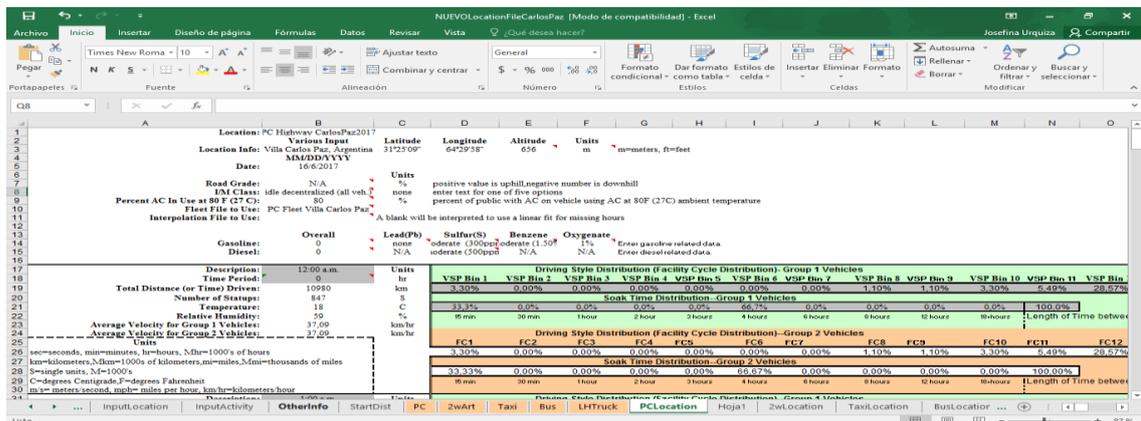


Imagen 6.6 Resumen Location - Fuente: elaboración propia (2017)

y proporcionan la base que se ingresará posteriormente al modelo para realizar la estimación de emisiones.

6.5.2 Archivo Flota

Este, es el segundo archivo de entrada que debe ingresarse al modelo ya que, además de definir los estilos de conducción de la región, es necesario definir apropiadamente las tecnologías que componen la flota que circula en la ciudad.

El modelo IVE contiene un total de 1372 tecnologías predefinidas y 45 tecnologías adicionales no definidas (cada una identificada según un número de index), de las cuales solo utilizamos 102 categorías ya que, para cada caso en particular, es necesario filtrar solo aquellas que coinciden con las características de la región. Las tecnologías se agrupan usando los siguientes parámetros:

Tipo de vehículos: aquí se consideraron las cinco tipologías definidas para este estudio, antes mencionadas.

Tipo de combustible: para nuestro estudio sólo se tuvieron en cuenta los combustibles utilizados en el país: nafta, diesel y GNC.

Tamaño de vehículo: puede ser liviano, mediano y pesado. En este caso, se tuvieron en cuenta dos criterios diferentes para definir el tamaño de los vehículos teniendo en cuenta la información adicionada por la base de datos del registro automotor:

Tabla 6.4 Características de la flota

Tipo de vehículo	Criterio utilizado	Tamaño del vehículo		
		Liviano	Mediano	Pesado
Autos Particulares	Cilindrada	Menor a 1.5 cc	Menor 1.5 cc y 3 cc	Mayor a 3 cc
Taxis y remises				
Motos				
Camiones	Peso	Menor a 9000 kg	9000 kg – 17000 kg	17000 kg
Colectivos				

Fuente: elaboración propia (2017)

Sistema de entrega de combustible: aquí se consideraron los sistemas descritos en el capítulo 2: carburador, inyección monopunto y multipunto para vehículos a nafta;

inyección precámara, inyección indirecta y common rail para aquellos que utilicen diesel, y por último los mezcladores para los vehículos a GNC.

Sistema de control emisiones de escape: se tuvieron en cuenta las tecnologías presentes en el país, es decir, el catalizador de 2 vías, de 3 vías, EGR (recirculación de gases de escape) y las normativas EURO aplicadas en Argentina.

Sistema de control de emisiones evaporativas: al igual que en el caso anterior se consideraron las tecnologías vigentes en el país, y para este caso solo se cuenta con un sistema de control: las válvulas PCV.

Edad: aquí se consideró la cantidad de kilómetros de los vehículos presentes en la ciudad agrupados en tres categorías de edades: menor a 79.000 km, entre 80.000 km y 161.000 km y mayor a 161.000 km.

Únicamente en el caso de las motocicletas se tuvieron en cuenta otros valores para definir las edades ya que tienen una vida útil menor que el resto de las categorías: menor a 25000 km, entre 25000 y 50000 km y mayor a 50000 km.

Combinando los siete parámetros que incluye el Archivo Flota, se obtuvieron 7 categorías para taxis y remises, 13 categorías de motos, 15 de colectivos, 15 de camiones y 52 de automóviles particulares, sumando un total de 102 categorías