

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

**IMPACTO ENERGÉTICO Y AFECTACIÓN DEL TRANSPORTE DE
CARGA EN EL DISTRITO FEDERAL**

**TRABAJO RECEPCIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN:**

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

PRESENTA:

ENRIQUE OLMOS SERRANO

**DIRECTORA DE TRABAJO RECEPCIONAL:
MTRA. MIRIAM E. TÉLLEZ BALLESTEROS
MÉXICO D.F. ABRIL DE 2011**

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Agradecimientos

A mi esposa Teresa Mojica, por su apoyo incondicional.

A mis padres Felisa y Pedro por su comprensión.

A D. Simón Olmos Calvo y D. José Javier García Arribas, presentes en todo momento.

A la Mtra. Miriam E. Téllez por su amistad, dedicación y profesionalismo.

A Dña. Petra Morga, por sus sabias palabras, gracias.

A los integrantes del programa "Balance energético del Transporte en el Distrito Federal", especialmente a Juan C. Rodríguez, Rocío Sarmiento y Gerardo Oseguera.

A los profesores de la UACM del plantel San Lorenzo Tezonco, gracias.

A mis compañeros de San Lorenzo Tezonco, especialmente a María García.

Esta tesis se desarrolló con el apoyo del FOMIX CONACYT-GDF del proyecto

“Balance Energético del Transporte en el Distrito Federal”

Clave de Registro: 94001

ÍNDICE

	RESUMEN	1
	INTRODUCCIÓN	2
1	Estado del arte del transporte de carga	6
1.1	Experiencias en algunas ciudades del mundo	7
1.1.1	Madrid (España)	8
1.1.2	Los Ángeles (Estados Unidos)	13
1.1.3	Bogotá (Colombia)	18
2	Flota vehicular de carga en circulación en el Distrito Federal (2008)	25
2.1	Información Técnica	25
2.1.1	Nomenclatura de camiones de carga	25
2.1.2	Características de los camiones de carga	26
2.2	Usos de los vehículos de transporte de carga	42
2.2.1	Número de unidades de carga en el D.F.	42
2.2.2	Antigüedad de unidades de carga en el D.F.	47
2.3	Problemas operativos del transporte de carga	51
3	Origen-destino de la movilidad del transporte de carga	61
3.1	Metodología de aforos de vehículos de carga	68
3.2	Movilidad del transporte de carga en los accesos carreteros	71
3.2.1	Acceso carretero por Autopista México-Querétaro dirección México	73
3.2.2	Acceso carretero por Autopista México-Querétaro dirección Querétaro	78
3.2.3	Acceso por la carretera Federal México-Puebla dirección México	81

3.2.4	Acceso por la carretera Federal México-Puebla dirección Puebla	86
3.2.5	Acceso carretero por Autopista México-Puebla dirección México	90
3.2.6	Acceso carretero por Autopista México-Puebla dirección Puebla	94
3.2.7	Acceso carretero por Autopista México-Pachuca dirección México	99
3.2.8	Acceso carretero por Autopista México-Pachuca dirección Pachuca	102
3.2.9	Acceso carretero por Autopista México-Toluca dirección México	105
3.2.10	Acceso carretero por Autopista México-Toluca dirección Toluca	109
3.2.11	Acceso carretero (Federal+Autopista) México-Cuernavaca dirección México	113
3.2.12	Acceso carretero (Federal+Autopista) México-Cuernavaca dirección Cuernavaca	117
3.3	Oferta de vías para los modos de transporte	122
3.3.1	Red vial primaria	122
3.3.2	Red vial secundaria	123
3.3.3	Vialidad Metropolitana	124
3.3.4	Accesos carreteros	124
3.3.5	Corredores considerados y seleccionados estratégicos para el transporte de carga en el D.F.	125
3.3.6	Vialidades en las que voluntariamente se abstendrán de ingresar de 7:00 a 9:00 horas los vehículos de carga	129
3.3.7	Relación de vialidades de acceso controlado y principales donde queda prohibida la circulación del transporte de carga en vehículos articulados, todos los días de la semana	131

4	Análisis de impactos del transporte de carga en el Distrito Federal	132
4.1	Impactos viales	132
4.2	Impacto energético	137
4.3	Impactos ambientales	142
4.4	Impactos en infraestructura urbana	151
4.5	Ciclos de manejo	154
5	Estrategias de mejoramiento del transporte de carga	160
6	Conclusiones y recomendaciones para mejorar el transporte de carga	164
	Referencias	168
	Anexo I	170

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Perímetro “Zona A” de la ciudad de Madrid	10
1.2	Perímetro “Zona B” de la ciudad de Madrid	11
1.3	Perímetro “Zona A” y “Zona B” de la ciudad de Madrid	12
1.4	Ruta establecida por el Gobierno de California para la circulación de vehículos que transportan material peligroso en Los Ángeles	16
1.5	Restricción para vehículos de más de 7 toneladas en Bogotá	19
1.6	Corredor de carga en Bogotá	22
3.1	Flujo de vehículos de carga en hora de máxima demanda matutina en accesos al D.F.	71
3.2	Flujo de vehículos de carga en hora de máxima demanda vespertina en accesos al D.F.	72
3.3	Mayor flujo de entradas al D.F. de vehículos de carga por hora	120
3.4	Mayor flujo de salidas del D.F. de vehículos de carga por hora	121
3.5	Corredores principales del transporte de carga en el D.F.	126
3.6	Principales polos atractores y generadores de transporte de carga en el D.F.	127
3.7	Vialidades factibles de construirse en el D.F.	129
4.1	Consumo de energía por sectores	137
5.1	Programa de reducción de contenido de azufre en Pemex Refinación	163

ÍNDICE DE TABLAS

1.1	Comparación de la legislación para operación del transporte de carga	23
2.1	Unidades de carga y/o pasajeros, transporte de superficie	44
2.2	Unidades de carga, transporte de superficie	45
2.3	Unidades de servicios, transporte de superficie	46

2.4	Antigüedad de camiones de carga ligera a Gasolina, Clases 1,2,3 y 4 en el D.F., 2008	48
2.5	Antigüedad de camiones de carga pesada a Gasolina, Clases 2b,3,4,5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008	49
2.6	Antigüedad de camiones a Diesel, Clases 1,2,2b,3 y 4 en el D.F., 2008	50
2.7	Antigüedad de camiones de carga pesada a Diesel, Clases 5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008	51
3.1	Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección México (12-1pm)	76
3.2	Total de vehículos de carga en aut. México-Querétaro dirección México (12-1pm)	76
3.3	Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección México (7-8pm)	77
3.4	Total de vehículos de carga en aut. México-Querétaro dirección México (7-8pm)	77
3.5	Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección Querétaro (10-11am)	79
3.6	Total de vehículos de carga en aut. México-Querétaro dirección Querétaro (10-11am)	80
3.7	Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección Querétaro (7-8pm)	80
3.8	Total de vehículos carga en aut. México-Querétaro dirección Querétaro (7-8pm)	81
3.9	Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (9-10am)	84
3.10	Total de vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (9-10am)	85
3.11	Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (8-9pm)	85

3.12	Total de vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (8-9pm)	86
3.13	Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (9-10am)	88
3.14	Total de vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (9-10am)	89
3.15	Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (8-9pm)	89
3.16	Total de vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (8-9pm)	90
3.17	Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (10-11am)	92
3.18	Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (10-11am)	93
3.19	Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (8-9pm)	93
3.20	Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (8-9pm)	94
3.21	Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (10-11am)	97
3.22	Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (10-11am)	97
3.23	Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (7-8pm)	98
3.24	Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (7-8pm)	98
3.25	Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (11am-12pm)	100
3.26	Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (11am-12pm)	100

3.27	Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (7-8pm)	101
3.28	Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (7-8pm)	101
3.29	Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (10-11am)	103
3.30	Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (10-11am)	103
3.31	Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (8-9pm)	104
3.32	Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (8-9pm)	104
3.33	Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (10-11am)	107
3.34	Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (10-11am)	108
3.35	Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (8-9pm)	108
3.36	Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (8-9pm)	109
3.37	Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (10-11am)	111
3.38	Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (10-11am)	112
3.39	Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (8-9pm)	112
3.40	Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (8-9pm)	113
3.41	Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección México (8-9am)	115

3.42	Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9am)	115
3.43	Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección México (8-9pm)	116
3.44	Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9pm)	116
3.45	Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección Cuernavaca (9-10am)	118
3.46	Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (9-10am)	118
3.47	Vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (8-9pm)	119
3.48	Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (8-9pm)	119
3.49	Inventario de la infraestructura vial del D.F.	123
3.50	Conexiones de los principales accesos carreteros al D.F.	124
3.51	Corredores estratégicos de transporte de carga en el D.F.	125
3.52	Relación de vialidades factibles de construirse en el D.F.	128
4.1	Datos de Transporte de carga en el D.F.	132
4.2	Transporte por tipo de vehículo (en porcentaje)	132
4.3	Distancias recorridas por tipo de vehículo a (Clasificación Melgar)	139
4.4	Distancias recorridas por tipo de vehículo b (Clasificación Melgar)	140
4.5	Velocidad por tipo de vialidad y hora del día en el D.F.	140
4.6	Volumen de energía consumida por las UTU's que operan en el D.F. (2008)	149
4.7	Emisiones contaminantes totales anualizadas (2008) Toneladas	145
4.8	Valores admisibles de ruido	148
4.9	Nivel sonoro de unidades de carga	148

4.10	Nivel sonoro de autopista México-Querétaro	149
4.11	Horas de servicio al volante en EEUU y California	156
5.1	Aumentar la calidad del servicio de transporte	162

ÍNDICE DE CUADROS

2.1	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 2 EJES	28
2.2	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 3 EJES	28
2.3	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	29
2.4	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	29
2.5	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	30
2.6	CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	30
2.7	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE	31
2.8	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES	31
2.9	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES	32
2.10	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 3 EJES	32
2.11	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 3 EJES	33
2.12	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 1 EJES	33
2.13	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 2 EJES	34
2.14	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 3 EJES	34

2.15	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	35
2.16	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 2 EJES	35
2.17	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 3 EJES	36
2.18	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	36
2.19	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	37
2.20	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	37
2.21	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38
2.22	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38
2.23	CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	39
2.24	CARACTERÍSTICAS DE PRECIO Y CARGA DE C2, C3, T2, T3	40
2.25	CARACTERÍSTICAS: SEMIRREMOLQUE 2 EJES	41
2.26	CARACTERÍSTICAS: SEMIRREMOLQUE 3 EJES	41
2.27	Clasificación de camiones ligeros a Gasolina	47
2.28	Clasificación de camiones pesados a Gasolina	48
2.29	Clasificación de camiones a Diesel, Clase 1,2,2b,3 y4	49
2.30	Clasificación de camiones pesados a Diesel	50
3.31	Datos de la Central de Abasto del D.F.	53
4.1	Poder calorífico de combustibles	141

ÍNDICE DE GRÁFICAS

2.1	Uso de Gasolina y Diesel en unidades de carga y/o pasajeros	44
2.2	Uso de Diesel y Gas en unidades de carga	46
2.3	Tipo de combustible en unidades de transporte de carga	47
2.4	Antigüedad de camiones de carga ligera a Gasolina Clases 1,2,3 y 4 en el D.F., 2008	48
2.5	Antigüedad de camiones de carga pesada a Gasolina, Clases 2b, 3, 4,5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008	49
2.6	Antigüedad de camiones a Diesel Clases 1,2,2b,3 y 4 en el D.F., 2008	50
2.7	Antigüedad de camiones de carga pesada a Diesel Clases 5,6,7, 8a y 8b en el DF, 2008	51
3.1	Autopista México-Querétaro Dir. México (12-1pm)	76
3.2	Autopista México-Querétaro Dir. México (7-8pm)	77
3.3	Autopista México-Querétaro Dir. Querétaro (10-11am)	80
3.4	Autopista México-Querétaro Dir. Querétaro (7-8pm)	81
3.5	Federal México-Puebla Dirección México (9-10am)	85
3.6	Federal México-Puebla Dirección México (8-9pm)	86
3.7	Federal México-Puebla Dirección Puebla (9-10am)	89
3.8	Federal México-Puebla Dirección Puebla (8-9pm)	90
3.9	Autopista México-Puebla Dirección México (9-10am)	93
3.10	Autopista México-Puebla Dirección México (8-9pm)	94
3.11	Autopista México-Puebla Dirección Puebla (10-11am)	97
3.12	Autopista México-Puebla Dirección Puebla (7-8pm)	98
3.13	Autopista México-Pachuca Dirección México (11am-12pm)	100
3.14	Autopista México-Pachuca Dirección México (7-8pm)	101
3.15	Autopista México-Pachuca Dirección Pachuca (10-11am)	104

3.16	Autopista México-Pachuca Dirección Pachuca (8-9pm)	105
3.17	Autopista México-Toluca Dirección México (10-11am)	108
3.18	Autopista México-Toluca Dirección México (8-9pm)	109
3.19	Autopista México-Toluca Dirección Toluca (10-11am)	112
3.20	Autopista México-Toluca Dirección Toluca (8-9pm)	113
3.21	México Cuernavaca dirección México (8-9am)	115
3.22	México Cuernavaca dirección México (8-9pm)	116
3.23	México Cuernavaca dirección Cuernavaca (9-10am)	118
3.24	México Cuernavaca dirección Cuernavaca (8-9pm)	119
4.1	Toneladas emitidas de CO ₂ por transporte de carga (2008)	146
4.2	Toneladas emitidas de CO por transporte de carga (2008)	146
4.3	Toneladas emitidas de NOx por transporte de carga (2008)	147

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

2.1	Camión inmovilizado por mayor tonelaje del permitido en el Centro Histórico	52
2.2	Vehículo eléctrico de transporte de carga en el Centro Histórico	52
2.3	Vista de andenes de descarga de la Central de Abasto	54
2.4	Dificultad de maniobra en la Central de Abasto	54
2.5	Dimensiones auto/tráiler	57
2.6	Tráiler de agua maniobrando (Del. Iztapalapa)	58
2.7	Tráiler circulando en vía local (Del. Iztapalapa)	58
2.8	Tráiler entrando en bodega (Del. Cuauhtémoc)	58
2.9	Tráiler inmovilizado en mediana (Del. Iztapalapa)	58
3.1	Vehículos con carga	69

3.2	Vehículos vacíos o con poco peso	69
3.3	Autopista México Querétaro dirección México	73
3.4	Autopista México Querétaro dirección Querétaro	78
3.5	Carretera Federal México-Puebla dirección México	82
3.6	Camión T3-S3 pipa de agua	82
3.7	Camión T3-S3 de agregados para la construcción	82
3.8	Camión T3-S2 de residuos sólidos urbanos	82
3.9	Camión T2 de transporte de chatarra	82
3.10	Camión C3 pipa de agua	84
3.11	Camión C3 de volteo	84
3.12	Carretera Federal México-Puebla dirección Puebla	87
3.13	Camión T3-S3 de agregados de construcción	88
3.14	Camión T3-S3 pipa de agua	88
3.15	Autopista México-Puebla dirección México	91
3.16	Camión C3 pipa de combustible	92
3.17	Autopista México-Puebla dirección Puebla	94
3.18	Camión C2 de transporte de gas	96
3.19	Camión C3 de volteo cargado	96
3.20	Autopista México-Pachuca dirección México	99
3.21	Autopista México-Pachuca dirección Pachuca	102
3.22	Autopista México-Toluca dirección México	105
3.23	Camión T3-S2-R4 cargado de refrescos	107
3.24	Autopista México-Toluca dirección Toluca	110
3.25	México-Cuernavaca dirección México	114
3.26	México Cuernavaca dirección Cuernavaca	117

4.1	Vehículo T3-S2 transportando hierros atados sin lona	133
4.2	Vehículo C3 transportando hierros sin atar y sin lona	133
4.3	Vehículos averiados interrumpiendo el flujo vial	134
4.4	Tráiler accidentado en la Autopista México-Cuernavaca	135
4.5	Tráiler volcado en Circuito Interior	135
4.6	Choque con tráiler en México-Toluca	136
4.7	Caída de camión del segundo piso del Periférico	136
4.8	Hundimiento de tráiler	136
4.9	Unidad con alto nivel sonoro por freno motor	149
4.10	Separación de residuos sólidos urbanos en la vía pública	150
4.11	Camión de recolección de residuos urbanos	150
4.12	Vertido de líquidos putrefactos en el Centro Histórico del D.F. por un camión de recolección de residuos sólidos urbanos	150
4.13	Camión C3 de volteo vacío (eje central levantado) y cargado (eje central bajado)	152
4.14	Vehículo 1 sin llantas en un eje del semirremolque	153
4.15	Vehículo 2 sin llantas en un eje del semirremolque	153
4.16	Bandas de control de peso	154
4.17	Colocación de disco de control en un tacómetro	158

RESUMEN DE “IMPACTO ENERGÉTICO Y AFECTACIÓN DEL TRANSPORTE DE CARGA EN EL DISTRITO FEDERAL”

La Ciudad de México constituye una importante aglomeración de habitantes, infraestructura y vehículos que presenta gran necesidad de insumos para su supervivencia, lo que genera un problema de abastecimiento de múltiples aristas, desde el tipo de producto, por ejemplo, alimenticio, tecnológico u otros, hasta el tipo de transporte, ya sea carretero, ferroviario o aéreo. Todo este problema se ve agravado por el conjunto de distritos conurbados existentes alrededor de la ciudad, formando una de las megalópolis más grandes del mundo.

La realidad de la ciudad, en tránsito vial, es que no está preparada para albergar la circulación de los 4'322,782 unidades de vehículos que existen¹, creciendo a un ritmo anual del 13 por ciento, afectando la velocidad media de circulación de todos los vehículos, incluyendo los de transporte de mercancías, dificultando las labores de carga y descarga, así como sus maniobras. Se hacen necesarias estrategias que mejoren la operación del flujo vehicular, por ejemplo, más y mejores servicios de transporte público, como el Sistema de Transporte Colectivo Metro, priorizándolo sobre la construcción de infraestructura, como segundos pisos.

El presente trabajo tiene como objetivos determinar el flujo de vehículos de carga que entran y salen en la Ciudad de México, sus diferentes tipos y su estado de carga, vacío, cargado o con sobrecarga evidente (metodología del punto 3.1), a partir de aforos de vehículos de transporte de carga realizados en las principales vías primarias de acceso a la Ciudad de México. Así como la valoración de su impacto negativo en diferentes ámbitos, como contaminación atmosférica, acústica, consumo energético y tránsito vehicular, según la antigüedad y características técnicas de las unidades.

Se evalúa la reglamentación necesaria para la operación del transporte de carga en el Distrito Federal (D.F.), comparando el reglamento existente con el de otras ciudades del

¹ Melgar, 2008.

mundo, con un funcionamiento más eficiente en éste rubro, como son Madrid, Los Ángeles y Bogotá.

Se presenta una visión del problema del transporte de carga desde dentro del sistema, ¿por qué tantos accidentes con vehículos de carga involucrados? Es necesaria una reglamentación que limite el máximo de horas de manejo.

Como parte de las estrategias de mejoramiento está el cambio y cumplimiento de un reglamento que limite el paso de vehículos de carga en diversas zonas en horarios de entrada y salida de colegios y oficinas, pero, implementando corredores estratégicos de carga hacia los puntos más importantes de recepción y salida de transporte de carga en la ciudad, como la Central de Abasto y Pantaco. Así como fomentar desde el gobierno la implementación de Soportes Logísticos de Plataforma, para mejorar la distribución de mercancías, concentrando y agrupando la carga para cada nodo de destino, reduciendo el número de unidades necesarias para transportar dicha mercancía, disminuyendo los costos para el transportista, comerciante y cliente final, interfiriendo en menor medida en el tránsito rodado y en la contaminación de la ciudad.

INTRODUCCIÓN

Cuando el transporte permitió hacer viable el comercio entre regiones y países, las zonas más desfavorables en producir un bien perdieron competitividad frente a las zonas más favorables, teniendo que innovar o trasladarse a otras de mejores oportunidades.

Los mercados locales se ven obligados a entrar en el juego del comercio mundial si no desean estancarse y desaparecer, con la logística y, especialmente, el transporte como factores clave para el mantenimiento y crecimiento de su competitividad, en el contexto interno e internacional.

En este sentido, se estima que la Ciudad de México cuenta, aproximadamente, con el 30 por ciento de las operaciones logísticas de carga y descarga del país, por lo que su eficiencia debe de ser favorecida por el reglamento y medidas implementadas por el gobierno del D.F., ya que repercute de manera importante en la economía de los habitantes de la capital y del país.

El D.F. se ha ido urbanizando de manera desordenada, con asentamientos en zonas de reserva ecológica, en suelo vulnerable no apto para urbanizar, generando problemas y conflictos muy difíciles de solucionar en el futuro, como es el caso de infraestructura necesaria o transporte. Lo que provoca un desequilibrio entre territorios y múltiples problemas urbanos, a esta problemática se suma la no existencia de una política que regule el crecimiento del parque vehicular, con una oferta de infraestructura vial escasa, por lo que el congestionamiento vehicular en las vías urbanas del D.F. se ha convertido en una constante.

En estas condiciones se mezcla la presencia del transporte de vehículos de carga, que no cuentan con una legislación adecuada a la problemática actual, con un reglamento escaso y con recomendaciones de restricción de circulación a estos vehículos, que, en general, no se cumplen.

Muchas de estas unidades sobrepasan la capacidad de carga permitida por la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, sobre la masa y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, aumentando el riesgo de accidentes, dañando el pavimento de las vialidades y los propios vehículos. En cuanto a la forma en que circulan estas unidades en la infraestructura vial, utilizan vías locales no permitidas, al no disponer de suficiente radio de giro provocan retenciones, daños en guarniciones, contaminación y molestias a los demás usuarios de la vía, existe gran impunidad en este sentido, ya que la autoridad se ve rebasada por la diversidad de situaciones conflictivas que diariamente se presentan en la ciudad.

El transporte de carga es visto, hasta ahora, desde el gobierno de la ciudad como un problema a la circulación de los vehículos automotores y las medidas empleadas han sido restrictivas como, por ejemplo, al paso de vehículos de carga en el Centro Histórico, ya que representa una molestia para el turismo y para el corazón de la vida social en la ciudad, que es el Zócalo capitalino.

Otra medida aislada es el Corredor Cero Emisiones (Eje Central), que desvía el tránsito pesado por vías paralelas, provocando mayores problemas de congestión en esas arterias, además de mayores emisiones contaminantes por el mayor tiempo y distancia de recorrido al que se ven obligados a realizar.

Como se puede observar, la problemática que genera el movimiento de mercancías al interior del D.F. tiene una serie de aristas interesantes de analizar, sin embargo, la información es insuficiente o en algunos casos no existe, es precisamente en este contexto, que el objetivo general de este trabajo es determinar el máximo flujo de vehículos de carga que entran y salen en la Ciudad de México en horarios matutinos y vespertinos, así como sus diferentes tipos de unidades, si circulan vacíos, cargados o con sobrecarga evidente, mediante los aforos de transporte de carga realizados en las vialidades a Querétaro, Toluca, Cuernavaca, Puebla y Pachuca que parten desde la Ciudad de México, con los posibles nodos de origen o destino dentro de la ciudad. Como objetivo secundario se valora la contribución del transporte de carga en la contaminación atmosférica, sonora y su consumo energético.

Como aportación a este estudio, se analizan los reglamentos de las ciudades de Madrid, Los Ángeles y Bogotá para determinar patrones, enfoques y medidas empleadas por estas ciudades que presentan un mayor desarrollo en reglamentos y control del transporte de carga, pudiendo extrapolar a la Ciudad de México algunas de esas medidas empleadas exitosamente en estas ciudades.

El primer capítulo analiza los reglamentos de las ciudades antes mencionadas, Madrid, Los Ángeles y Bogotá, realizando un cuadro comparativo de las medidas empleadas en

5 puntos específicos referentes al transporte de carga en cada ciudad, en el capítulo sexto se proponen medidas, que emanan de los reglamentos de estas ciudades, aplicables al D.F.

El segundo capítulo detalla los diferentes tipos de unidades de carga permitidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), según la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008. Los diferentes usos de los vehículos de transporte de carga, como pasajeros y/o carga, de servicio público, de carga pesada y otros. Así como los problemas operativos de este sector en la Ciudad de México.

En el tercer capítulo se analizan los datos obtenidos de los aforos a vehículos de carga en los principales accesos carreteros a la ciudad, vialidades principales de transporte de carga y nodos de atracción y generación de viajes dentro de la ciudad. Esta información sirve para determinar el consumo energético de los vehículos de carga a nivel metropolitano, ya que para el cálculo de los volúmenes de energía requeridos para la movilidad interna, se consideraron los datos de la ELAC (Estrategia Local de Acción Climática, 2006).

En el capítulo cuatro se analizan los impactos del transporte de carga en el flujo vial, tales como en ámbito energético, ambiental, así como en la infraestructura urbana (vialidades y pavimentos).

En el capítulo cinco se sugieren algunas estrategias de mejoramiento para la operación del transporte de carga en el D.F. y finalmente en el capítulo sexto se presentan una serie de conclusiones que exponen los resultados obtenidos de manera general en este estudio, así como las recomendaciones que pudieran mejorar el transporte de carga en la Ciudad de México, disminuyendo con ello el nivel de afectación negativa a la urbe, en los ámbitos de flujo vial, contaminación y consumo energético.

1. Estado del arte del transporte de carga

El transporte abarca una historia tan amplia como la del ser humano, convirtiéndose en algo más que un sistema para mover personas, animales, materiales o cosas de un lugar a otro de manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente, en síntesis, forma parte del desarrollo de la humanidad.

El transporte no es una necesidad en sí misma, es una variable que deriva de otras necesidades principales como:

- Desarrollar el mercado interno y externo.
- Cohesionar económica y socialmente al país.
- Propiciar un desarrollo sostenible.
- Incrementar la competitividad de las empresas.

Además, genera dos utilidades:

- Utilidad de lugar:
El valor de un producto puede variar dependiendo de dónde esté, así, el agua tiene poco valor en un río caudaloso y potable, pero, ¿cuánto puede valer esa agua en el desierto?
- Utilidad de tiempo:
El valor de un producto puede variar dependiendo del tiempo transcurrido en ser suministrado, así, el tiempo que se tarda en proporcionar agua a una persona sedienta en el desierto es vital para su supervivencia.

En términos económicos significa contar con las mercancías en el lugar y en el momento preciso. Hoy en día, se estima que, del 10 al 15 por ciento del precio de cualquier producto se debe a los costos de transporte y distribución.

El transporte de carga es una necesidad de todas las ciudades del mundo, por lo que tener una visión global de cómo actúan en otros países puede ayudar a resolver o implementar medidas en la Ciudad de México que antes no se contemplaban. Es el caso de las ciudades elegidas para este estudio, Madrid, Los Ángeles y Bogotá:

- Madrid, con 3.273.006 habitantes, es una ciudad en auge con un marcado implemento del transporte público para activar su movilidad y un reglamento muy restrictivo en horarios y zonas para el transporte de carga.
- La ciudad norteamericana de Los Ángeles tiene una población de 4.094.764 habitantes, la política del estado es la creación de infraestructura y el crecimiento vehicular, por lo que tiene un moderno y eficiente sistema de control y organización del flujo vial. Destacando el transporte de carga por ser el Estado de California la séptima economía del mundo, con el puerto de Long Beach como principal entrada de los productos asiáticos a todo el continente americano.
- Colombia es un país pionero en transporte masivo con la implementación, en su capital Bogotá, del servicio Transmilenio, un sistema similar al Metrobús de la Ciudad de México. Esta ciudad está mejorando su tránsito con adecuaciones y nuevas normas en su reglamento vial del transporte de carga, enfrentado problemas y tendencias de transporte similares a los del D. F.

1.1 Experiencias en algunas ciudades del mundo

¿Con qué reglamentos de tránsito, de otras ciudades del mundo, se puede comparar el de la Ciudad de México y aprender de sus aplicaciones? Como se comentó en el “Estado del arte del transporte de carga”, se analizan los reglamentos de las ciudades de Madrid, Los Ángeles y Bogotá para poder comparar y evaluar sus iniciativas en el reglamento de transporte de carga de cada una².

² Cabe mencionar que no existe en ninguna ciudad una legislación exclusivamente relacionada con el transporte de carga, sino que en la movilidad vigente hay apartados relacionados con el tema, que son los que se extrajeron para su análisis.

1.1.1 Madrid (España)

El Ayuntamiento de Madrid aprobó en el año 2005 la Ordenanza de Movilidad de la Ciudad de Madrid, que tiene como finalidad principal reglamentar la circulación vehicular y peatonal, compatibilizando la necesaria fluidez del tránsito con el uso peatonal de las calles y regular los usos y actividades en las vías urbanas comprendidas dentro del término municipal de Madrid, incluyendo la operación de los vehículos de carga.

Esta legislación, determina un enfoque de división de la ciudad en tres anillos, partiendo del centro de la misma, regulando el tipo de vehículo que puede pasar en diferentes horarios. Permitiendo, si es necesario, el paso de vehículos de gran tonelaje por zonas prohibidas, así como excepciones al reglamento para el transporte de mudanza, combustible, concreto y contenedores.

Adicionalmente, permite hacer compatible la equitativa distribución de los aparcamientos entre todos los usuarios, estableciendo medidas de estacionamiento de duración limitada, con el fin de garantizar la rotación de los mismos.

Esta Ordenanza regula principalmente los siguientes aspectos en el ámbito de transporte de carga en la ciudad de Madrid:

1. Los conductores deberán adecuar su velocidad de forma que siempre puedan detener su vehículo dentro de los límites de su campo de visión y ante cualquier obstáculo que pueda presentarse, ya que la unidad de transporte de carga necesita más distancia de frenado que los automóviles.
2. Todo conductor de un vehículo de carga que circule detrás de otro deberá dejar entre ambos el suficiente espacio libre para que, en caso de una frenada brusca, se consiga la detención del vehículo sin colisionar con él, teniendo en cuenta especialmente la velocidad y las condiciones de adherencia y frenado.

3. Se adoptarán las medidas máximas de precaución, por parte de todos los conductores, circulando a velocidad moderada e incluso detendrán el vehículo siempre que las circunstancias así lo aconsejen, y en especial en calles peatonales y restringidas al tránsito de vehículos particulares, pero con acceso de vehículos destinados a carga y descarga.

De esta ordenanza conviene observar las limitaciones a la circulación en vías donde se realizan movimientos de carga y descarga de mercancías, ya que supone un importante esfuerzo para optimizar dichas operaciones con la afectación mínima al resto del flujo vehicular, estableciendo cinco artículos que regulan aspectos en materia de carga, descarga, circulación de vehículos pesados y de mercancías peligrosas, son los siguientes que se describen brevemente a continuación:

I. Las operaciones de carga y descarga de mercancías se efectuarán con estricta observancia de las normas siguientes:

1. Establece limitantes a las operaciones de carga y descarga de mercancías, limitando las zonas de estacionamiento a los bordes de la banqueta o en lugares donde no perturbe el resto del tránsito vial.
2. La carga y descarga de las unidades de transporte de mercancías se efectuará por el lado donde se estaciona la unidad o por la parte trasera para no interferir la circulación del resto de vehículos.
3. La carga y descarga puede ocasionar problemas de contaminación acústica, sobre todo en horarios nocturnos, por lo que regula el nivel de ruido producido en estas actividades.
4. Las operaciones de carga y descarga tienen un tiempo limitado, no se puede almacenar la mercancía en la calle ni estar más tiempo del necesario para dicha actividad.

II. Restricciones por zonas de operación

Este artículo establece tres zonas (A, B y C) de restricción a la circulación, carga/descarga de mercancías, días de operación, entre otras condicionantes para las unidades de carga, con las siguientes características:

1. Las unidades de carga de grandes dimensiones entorpecen la circulación vehicular, sobre todo si circulan por vialidades céntricas, donde hay mayor aglomeración vehicular en horario comercial y las calles son más angostas, por lo que, esta legislación establece un perímetro de prohibición, denominado Zona A, [Figura 1.1], con aproximadamente 15 km², (algo superior al perímetro del Centro Histórico de la Ciudad de México, el cual supera los 9 km²), donde se prohíbe la circulación, carga y descarga de todo tipo de mercancías que sean transportadas en vehículos que superen los 2 metros de anchura o los 6 metros de longitud, entre las 12:00 y las 21:00 horas en días laborables, excepto los viernes de las semanas en que no haya ninguna fiesta intermedia, en los que la prohibición será de 10:00 a 24:00 horas.

Figura 1.1 -Perímetro "Zona A" de la ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia con Google maps.

2. En esta especificación se limita el paso de vehículos de carga en la zona B, [Figura 1.2], con mayor masa máxima autorizada (ver Capítulo 2) de 12 toneladas, vayan o no cargados, los que superen 2 metros de ancho o 6 metros de longitud; el límite de tiempo de prohibición es más amplio que en la anterior restricción, ya que limita desde las 7:00 a las 23:00 horas y los días festivos en todas sus horas, lo que tiende a fomentar la distribución nocturna.

Los vehículos que tienen limitado el paso en la zona B, no pueden estacionarse en este perímetro de aproximadamente 25 km², dentro de las vías públicas.

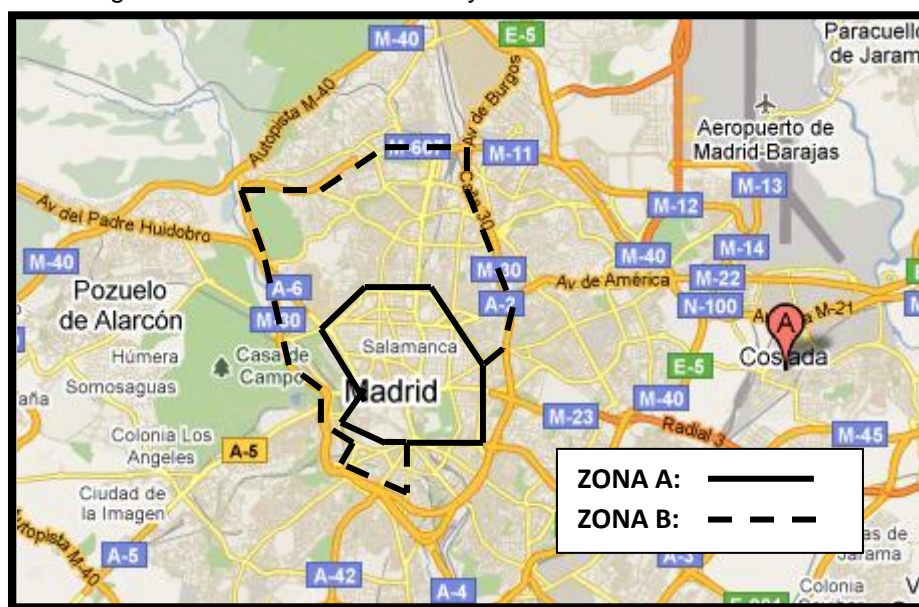
Figura 1.2 -Perímetro “Zona B” de la ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia con Google maps.

3. En el área fuera de las zonas A y B, [Figura 1.3], en las vías públicas cuyo ancho de calzada sea igual o inferior a 9 metros, se prohíbe el estacionamiento de camiones de más de 12 toneladas, de 21:00 a 9:00 horas. A estos efectos se considerará el ancho de calzada la distancia entre las guarniciones de las banquetas, siempre que no exista mediana de anchura superior a los 5 metros. Fuera del horario indicado, el estacionamiento se limitará al tiempo necesario para la realización de los trabajos de carga y descarga.

Figura 1.3 - Perímetro “Zona A” y “Zona B” de la ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia con Google maps.

III. Transporte de materiales para la construcción

En la construcción de edificaciones de nueva planta, así como en cualquier obra de reforma total o parcial, demolición, excavación o canalización que requieran licencia urbanística municipal, se deberá acreditar que disponen de espacio en el interior de la obra para efectuar las operaciones de carga y descarga.

Cuando ello no sea posible, las zonas de reserva de estacionamiento por obra se concederán previa petición con un informe técnico, en el que muestren la imposibilidad de reservar espacio dentro del recinto de la obra para carga y descarga.

IV. Operación de vehículos de gran tonelaje en zona urbana

En este sentido, la ordenanza es flexible, ya que permite, en circunstancias especiales, dar permisos específicos de acceso a vehículos restringidos.

Aquellas actividades que transitoriamente precisen la realización de un transporte con vehículos de masa máxima autorizada superior a las doce toneladas, en horas y

lugares de prohibición, deberán solicitar un permiso específico al Ayuntamiento, que lo concederá o denegará en función de las circunstancias que concurren.

V. Excepciones a las restricciones de circulación de vehículos de carga

No estarán sometidos a las restricciones generales de circulación, carga y descarga los siguientes tipos de vehículos y las actividades que se indican a continuación:

1. Los vehículos de mudanzas cuya masa máxima autorizada exceda de 3.500 kilogramos.
2. Los vehículos de transporte de combustible a gasolineras.
3. Los vehículos especialmente adaptados para el transporte de concreto preparado.
4. Los vehículos dedicados al transporte de contenedores.

1.1.2 Los Ángeles (Estados Unidos)

Los Estados Unidos tienen un reglamento para el transporte de carga a nivel nacional, el cual deben cumplir todos los estados. Además de éste, cada estado tiene la libertad de aumentar medidas al respecto o hacer más restrictivas las existentes.

La legislación de California se somete a la legislación nacional en cuanto a masas y longitudes máximas permitidas en las unidades de transporte de carga. Incorpora medidas adicionales como el modo de actuación de los vehículos de recolección de residuos sólidos urbanos, así como la ruta que han de seguir los vehículos que transporten mercancías peligrosas, con las recomendaciones a tener en cuenta en pro de la seguridad, destacando que pueden salir de la ruta reglamentada en caso de no haber otra alternativa legal.

En caso de vialidades que hayan sido reparadas recientemente o puentes susceptibles de ser dañados por soportar grandes masas, cada supervisor de condado podrá reducir

la masa máxima permitida a las unidades de carga para evitar daños a la infraestructura.

El puerto de Long Beach, en el estado de California, es la principal entrada de mercancías por el océano Pacífico a América, generando un gran sector industrial de transporte de contenedores, se está analizando la problemática que éstos generan.

Los puntos característicos de las Condiciones Generales Estatales para el transporte de carga en Estados Unidos son:

- Se establece que la masa bruta vehicular máxima permitida es de 36.4 toneladas por la red interestatal (se considera que esta regulación reduce significativamente la producción del autotransporte en EUA, reduciendo sus posibles configuraciones productivas. Este límite fue establecido con el fin de proteger la infraestructura carretera y la industria ferroviaria).
- En cuanto a la longitud de las unidades de carga, no existe límite a la longitud total del vehículo en carreteras interestatales. En unidades de una sola articulación (tractor y remolque), se limita a remolques de 14.6 m (48 ft), aunque los remolques de 16.17 m (53 ft) son legales en casi todos los Estados con excepción de Massachusetts, Rhode Island y Connecticut.

El ancho máximo de las unidades de carga es de 2.60 m, suficiente para transportar dos hileras de palets americanos de 1,20 metros de ancho cada uno, la altura máxima de estas unidades es de 4.11 metros.

- Cada Estado determina sus propios límites de masas y dimensiones en las redes de su jurisdicción. Por lo que existen incompatibilidades entre los límites aplicados en los diferentes estados.

En EUA se estima que, alrededor del 15 por ciento de los vehículos cargados, circulan con sobrecarga y que, alrededor del 27 por ciento de los vehículos de carga que circulan por sus carreteras, van vacíos³.

Para el caso específico de Los Ángeles, el gobierno de California estableció un ordenamiento a la operación del transporte de mercancías, fundamenta sus acciones en el Código de Vehículos, que regula los siguientes aspectos al transporte de carga⁴:

I. Camiones de recolección de residuos sólidos urbanos

Establece protocolos al realizar su actividad, como llevar encendidos unos focos a ambos lados del vehículo y ambos intermitentes traseros, con el fin de delimitar e informar su posición a los demás conductores.

Esta norma no afecta cuando la unidad está dirigiéndose al punto de operación desde el garaje o, cuando regresa a éste después de una jornada de trabajo.

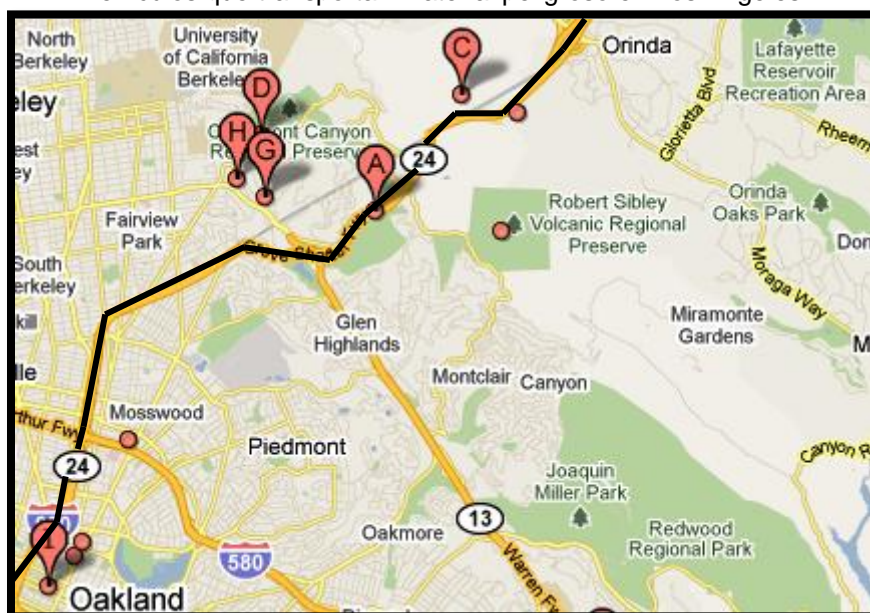
II. Transporte de material peligroso

Determina que los vehículos que transporten sustancias explosivas, líquidos inflamables, gases licuados del petróleo o gas venenoso, sólo podrán circular por una vialidad que ha establecido el gobierno de manera precisa y limitante, y nunca entre las 3 y 5 a.m., [Figura 1.4].

³ Alejandro Lozano y Víctor Muciño. 1996.

⁴ <http://www.dmv.ca.gov/pubs/pubs.htm?lang=es>

Figura 1.4 -Ruta establecida por el Gobierno de California para la circulación de vehículos que transportan material peligroso en Los Ángeles



Fuente: Elaboración propia con Google maps.

El transportista deberá evitar, siempre que sea posible, la congestión en las carreteras, lugares donde se reúnen multitudes, y distritos residenciales.

Los vehículos utilizados para el transporte no se dejarán desatendidos o estacionados durante la noche en un barrio residencial.

El transporte que se desvíe de las rutas que exige la presente sección no se excusará en base a comodidad de manejo.

Los vehículos que efectúen el transporte de mercancías peligrosas se pueden utilizar en las siguientes carreteras:

- Carreteras que permiten el acceso necesario para recolección local o la entrega, siempre que represente una circulación segura para el vehículo.

- Carreteras que proporcionan unos accesos razonables al combustible, reparaciones, descanso, o los establecimientos de alimentos que son diseñados para albergar el

estacionamiento de vehículos comerciales, cuando ese acceso es coherente con la operación segura del vehículo.

-Carreteras restringidas o prohibidas conforme a esta sección, cuando no exista otra alternativa legal.

III. Masa de camiones en puentes

La masa máxima permitida es la regulada por gobierno de los Estados Unidos, en cambio, los supervisores, en cada condado, podrán, mediante ordenanza, reducir la masa total autorizada de vehículos y cargas en carreteras que hayan sido reparadas recientemente o en puentes del condado que requieran de esta medida.

IV. Camiones para transporte de contenedores

La Legislatura del Gobierno de California encuentra y declara que existe un importante número de remolques de contenedores con masa superior a la permitida en las carreteras del Estado de California.

Estos contenedores provienen del cambio Intermodal de buques o trenes a remolques de vehículos de carga, para el traslado a sus destinos.

El contenedor es, generalmente, cargado por empresas de otros estados o extranjeras, cuya masa bruta en esos estados o países no cumplen las restricciones de California.

Estas prácticas suelen favorecer que los vehículos viajen con exceso de masa en las carreteras de California, contribuyendo al deterioro de mismas.

La Legislatura encuentra y declara además que el crecimiento del transporte intermodal en los Estados Unidos y La Cuenca del Pacífico hace importante para California iniciar un programa para controlar la masa del transporte intermodal de mercancías, que

deben medirse en las terminales principales, antes de la operación en las carreteras, para garantizar que estos vehículos estén dentro de los límites de peso establecidos.

La manera más eficaz y preferible es cargar correctamente, desde el principio, el contenedor por el responsable de estibar las mercancías, así los vehículos cumplirán los requisitos de masa permitidos antes de su operación en las carreteras de California.

La Asamblea Legislativa considera que la imposición de fuertes multas y cuotas es uno de los medios de reducir el número de vehículos con sobrecarga en las carreteras.

1.1.3 Bogotá (Colombia)

Al igual que la ciudad de Madrid, Bogotá limita el paso de vehículos de carga en una zona del centro de la ciudad, según su masa y en un horario establecido.

Determina las especificaciones para transportar maquinaria industrial y/o de construcción, traslado de escombros, circulación y operación, en vía pública, de montacargas.

La normatividad de Bogotá se ejecuta a través de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, que establece las siguientes condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el área Urbana del Distrito Capital, expuestos en el Decreto 034.⁵

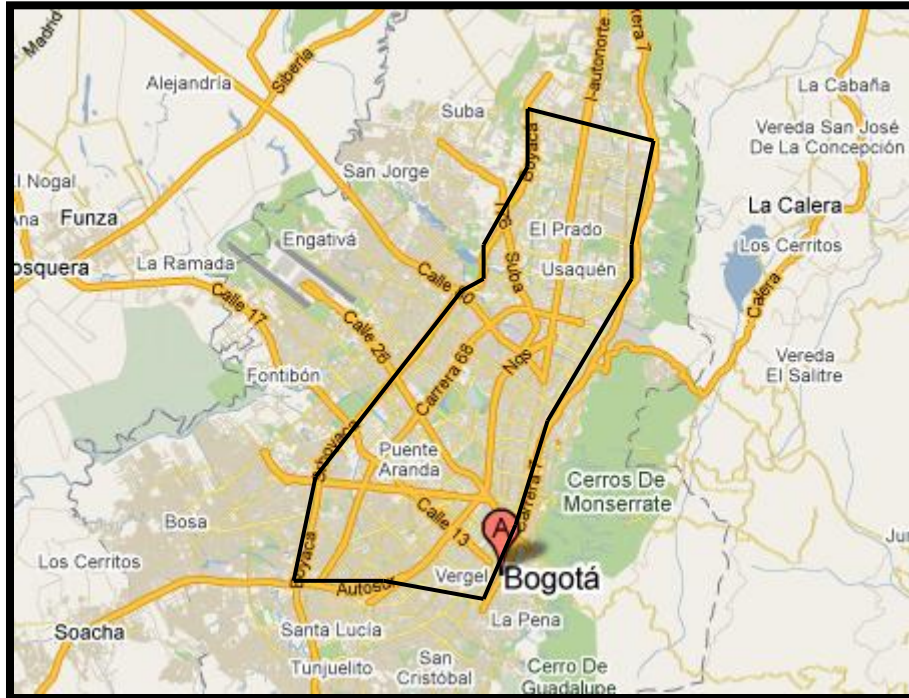
I. Restricción al tránsito vehicular de carga

Restringe el tránsito de vehículos cuya capacidad de carga supere las 7 toneladas, de lunes a viernes hábiles, entre las 6:30 y las 9:00 horas y entre las 17:00 y las 19:00 horas, al interior del perímetro delimitado en la Figura 1.5.

⁵ El presente Decreto rige a partir del 16 de febrero de 2009. <http://www.samuelalcalde.com>

“Hay un tipo de camión que no tiene ninguna restricción, es el de 5 toneladas, realmente este vehículo es el que distribuye los productos a almacenes de grandes superficies o al consumidor final”⁶.

Figura 1.5 -Restricción para vehículos de más de 7 toneladas en Bogotá



Fuente: Elaboración propia con Google maps

Como excepción a esta norma están los vehículos:

1. De emergencia.
2. De transporte de valores, alimentos y bebidas, animales vivos y oxígeno hospitalario.
3. Operativos de las empresas de servicios públicos domiciliarios.
4. De transporte de materiales y maquinaria para obras públicas que se encuentren en servicio.

⁶ Mauricio Camacho, asesor del despacho de la Secretaría de Movilidad de Bogotá.

II. Circulación de vehículos de carga en la malla vial local

La malla vial local es aquella que presenta un ancho inferior a 16 metros, las ubicadas en zonas de uso residencial y las que se encuentren expresamente señalizadas con prohibición para la circulación de vehículos de carga.

Los vehículos con capacidad de carga superior a las 7 toneladas podrán circular por la malla vial local de la ciudad de Bogotá, siempre por fuera de los perímetros de tratamiento de restricción fijados en el artículo anterior, [Figura 1.5].

III. Movimiento de maquinaria industrial y/o de construcción

Los vehículos y maquinaria industrial y/o de construcción que posean mecanismos de locomoción (motor de combustión interna o eléctrico acoplado a ruedas o cintas de eslabones que permitan el movimiento de la unidad), no podrán circular en las vías abiertas al público en el Distrito Capital y deberán ser movilizados en vehículos de transporte de carga, de acuerdo con las condiciones del artículo siguiente:

1. Transporte de maquinaria y/o de vehículos de construcción.

Establece un horario para la movilización de vehículos y maquinaria industrial y/o de construcción entre las 22:00 horas y las 5:00 horas del día siguiente.

Además, los vehículos articulados que transporten esta maquinaria deberán desplazarse con vehículos escolta en la parte delantera y trasera.

Quedan exentos para este artículo el transporte de maquinaria destinada a obras públicas del gobierno.

2. Traslado de escombros.

Establece la circulación de estos vehículos con documentos de la autoridad ambiental, nombre del propietario de los escombros y destino de los mismos, esto para evitar trabajos clandestinos que generan vertederos ilegales.

3. Circulación de montacargas.

Como regla general, los montacargas no podrán transitar cargados por las vías públicas.

Aquellos inscritos en el registro nacional automotor, circularán por el carril derecho de la vía, en la calzada lenta o externa, utilizando protectores en las horquillas, cintas reflectivas en los cuatro extremos del vehículo, no podrán llevar pasajeros y su conductor deberá emplear el cinturón de seguridad y un casco protector.

Toda maniobra de carga o descarga que se realice sobre espacio público con el uso de montacargas deberá estar precedida de las medidas de seguridad necesarias, como el aislamiento de la zona de operación, su demarcación y el señalamiento de un corredor para el tránsito de peatones.

Los montacargas no podrán circular en forma autónoma entre las 18:00 y las 06:00 horas del día siguiente, ya que es el horario con menor visibilidad y estos vehículos no disponen de luces reglamentarias de alumbrado.

Adicional a la normativa descrita, la Ciudad de Bogotá ha implementado un observatorio del transporte de carga, liderado por la Secretaría Distrital de Movilidad, al que pueden asistir los gremios de transporte de carga, de construcción, actividades logísticas y los de industria y comercio, con el fin de realizar un seguimiento a la efectividad de las medidas implementadas, evaluar los aspectos que permitan un incremento de las condiciones de productividad, competitividad y seguridad, así como analizar las medidas tendientes al mejor ordenamiento del transporte de carga, a la disminución de la accidentalidad de tales vehículos, a evaluar las cifras obtenidas en el registro y a promover, suscribir y hacer seguimiento de acuerdos de corresponsabilidad de los gremios del sector.

Entre las iniciativas expuestas en este observatorio del transporte de carga están:

Una vez analizados los aspectos que regulan cada una de las normatividades vigentes en materia de transporte de carga en tres ciudades del mundo, se encuentran semejanzas en los elementos que ordenan, destacando los siguientes cinco puntos [Tabla 1.1]:

- Carga y descarga.
- Restricciones por zonas de operación.
- Vehículos de transporte de materiales de construcción o con exceso de masa.
- Excepciones.
- Pesos de camiones.

Tabla 1.1. Comparación de la legislación para operación del transporte de carga			
Medidas	MADRID	LOS ÁNGELES	BOGOTÁ
Carga y descarga	-Junto a la banqueta sin perturbar el entorno y con celeridad.	-Recolección de residuos urbanos con señalización luminosa y sin perturbar a la comunidad. -No dejar desatendido un camión de material peligroso.	-Los montacargas no podrán transitar cargados por vía pública, con cintas reflectivas y protectores en horquillas, conductor con cinturón de seguridad y sin pasajeros.
Restricciones por zonas de operación	-Zona A [Figura 1.1] para camiones de más de 6 metros de longitud. -Zona B [Figura 1.2] para camiones de más de 12 toneladas de masa bruta vehicular.	Para operación de material peligroso: -[Figura 1.4], por el túnel de Caldecott. -Evitando congestión de tránsito, lugares residenciales o con multitud de personas.	-Para camiones de más de 7 toneladas en la zona delimitada en la Figura 1.5.
Vehículos de transporte de materiales de construcción o con exceso de masa	-Documentación de permisos de operación.		-Sujeto a Disposiciones Nacionales en cuanto a horarios y escoltado con vehículos guía.
Excepciones	Vehículos de transporte de: -Mudanza -Combustible -Concreto -Contenedores		Vehículos de transporte de: -Emergencia -Valores, alimentos, animales vivos y oxígeno hospitalario. -Servicios públicos -Obras públicas en servicio.
Masas de camiones	-Reglamentación de vehículos de transporte	-Según Ley Federal -Pueden limitar el peso en puentes y carreteras nuevas o reparadas	-Artículo 8 Resolución 001782 de 2009 (Ver Anexo)

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 1.1 los tres reglamentos analizados de las ciudades de Madrid, Los Ángeles y Bogotá establecen medidas para la adecuación de la carga y descarga, en diferentes tipos de operaciones, general, de recolección de residuos sólidos urbanos o de operación con montacargas. Asimismo, regulan las restricciones de zonas de operación por características de las unidades de carga, como es el caso de Madrid y Bogotá, y las vías por donde pueden circular los vehículos que transportan material peligroso, como es el caso de Los Ángeles. Los tres reglamentos regulan la masa de los camiones, siendo Los Ángeles quien puede aumentar restricciones en este ámbito, en caso de una vialidad recién construida, re-encarpetada o en puentes que necesiten esa restricción.

En cuanto a la reglamentación sobre vehículos de transporte de materiales para la construcción o con exceso de masa y los vehículos que quedan exentos de estas normas, son regulados por las ciudades de Madrid y Bogotá.

En este contexto, se observa que el transporte de carga es posible regularlo con normatividades claras, lo cual permite la mejora de la operación de vehículos de carga en zonas urbanas, donde, generalmente, la oferta de vías de comunicación y estacionamiento es limitado, en beneficio de los habitantes y operadores del sistema de transporte de carga.

2. Flota vehicular de carga en circulación en el Distrito Federal (2008)

Con la finalidad de facilitar la comprensión del impacto que causan el conjunto de unidades de carga en la circulación diaria en el D.F., en este capítulo se presentan las características técnicas de los vehículos de carga que habitualmente se emplean para tal fin.

En todo el documento se indica “masa bruta vehicular” en vez de “peso bruto vehicular”, ya que:

- Masa: es una propiedad característica del vehículo, relacionada con el número y clase de partículas que lo forman. Se mide en kilogramos (Sistema Internacional de Unidades).
- Peso: es la fuerza con que la Tierra atrae al vehículo, depende de la masa del mismo. Se mide en Newtons (Sistema Internacional de Unidades).

Por ejemplo:

La gravedad de la Tierra es, en promedio, 9.81m/s^2 , por lo que un vehículo de 1000 kilogramos de masa tiene un peso de: $(1,000\text{kg}) \cdot (9.81\text{m/s}^2) = 9,810$ Newtons.

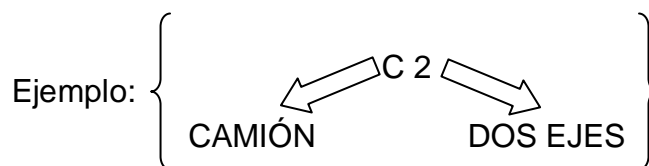
2.1 Información técnica

2.1.1 Nomenclatura de camiones de carga

Para identificar los distintos tipos de unidades de carga es necesaria una notación clara y sencilla, para el caso mexicano, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) establece la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, sobre la masa y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, así como sus verificaciones y sanciones.

La nomenclatura para las unidades de carga consta de letras y números, la letra indica el tipo de unidad y el número corresponde a la cantidad de ejes que porta ese tipo de unidad:

C: Camión
T: Tractocamión
R: Remolque
S: Semirremolque



El conjunto de letras forman los diferentes tipos de unidades:

CAMION UNITARIO	C
CAMION REMOLQUE	C-R
TRACTOCAMION ARTICULADO	T-S
TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO	T-S-R y T-S-S

2.1.2 Características de los camiones de carga

A continuación se detalla cada tipo de vehículo de carga que es permitido circular en México. Se incluye un cuadro con las características más importantes, tales como el número de ejes⁸, de llantas, caballos mínimos del motor necesario para la unidad⁹, si cuenta con freno auxiliar de escape¹⁰, masa bruta vehicular¹¹ y largo total vehicular, estos dos últimos dependiendo del tipo de carretera.

Estos datos ayudan a catalogar los riesgos potenciales de cada unidad en daño a pavimentos y puentes, en caso de accidente, en generación de problemas al tránsito, así como las necesidades de cada unidad para el uso eficiente de la infraestructura.

⁸ Elemento que se emplea como soporte de ruedas giratorias de vehículos, permite que rueden libremente al no transmitir ningún esfuerzo de torsión.

⁹ Los caballos mínimos del motor, de una unidad de carga, indican la potencia mínima de la máquina necesaria para que el vehículo, a plena carga, alcance la velocidad permitida en terreno llano y pueda mover la masa total en las máximas pendientes.

¹⁰ También llamado freno motor, permite que la máquina de la unidad de carga trabaje comprimiendo los gases de escape en su interior, al tapar su salida, frenando a la unidad y produciendo un intenso sonido metálico intermitente.

¹¹ Es la masa máxima permitida en un vehículo de carga, se obtiene sumando la masa de la unidad en vacío, o tara, y la masa de la carga que transporta.

Los tipos de carreteras según la NOM-012-SCT-2-2008 son:

- Carretera tipo ET

Son aquellas que forman parte de los ejes de transporte que establezca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cuyas características geométricas y estructurales permitan la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y masa, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría, y que su tránsito se confine a este tipo de caminos.

- Carretera tipo A

Son aquéllas que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y masa, excepto aquellos vehículos que sólo se permitan circular en las carreteras tipo ET.

- Carretera tipo B

Son aquéllas que conforman la red primaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales prestan un servicio de comunicación interestatal, además de vincular el tránsito.

- Carretera tipo C

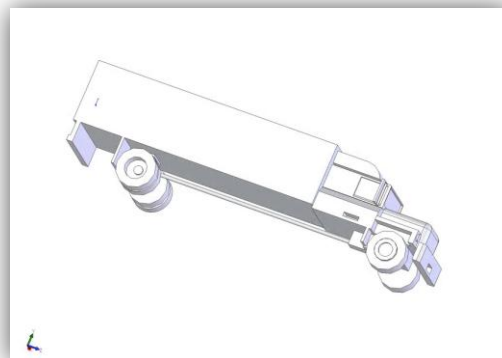
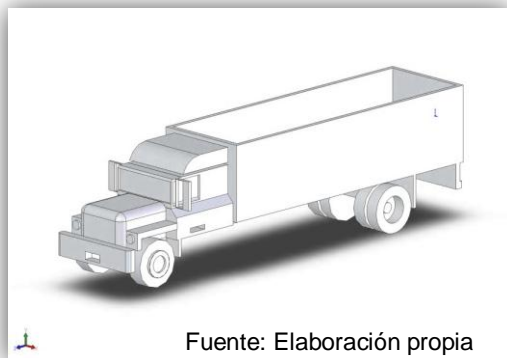
De la Red Secundaria, son carreteras que atendiendo a sus características prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.

- Carretera tipo D

De la Red Alimentadora, son carreteras que, atendiendo a sus características geométricas y estructurales, principalmente prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

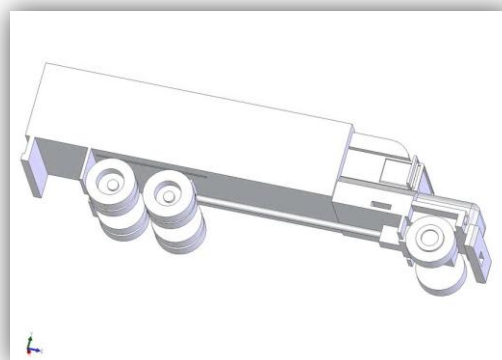
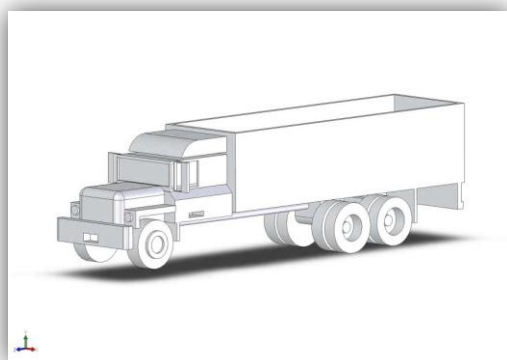
En los Cuadros 2.1 y 2.2 se muestran las unidades más simples, ya que no llevan ningún remolque o semirremolque acoplado a la unidad.

- **C2:**



Cuadro 2.1. CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 2 EJES				
Número de ejes	2			
Número de llantas	6			
Motor con caballaje HP mínimo:	195			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR (ton)	17.5	16.5	14.5	13.0
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	14	14	14	12.5

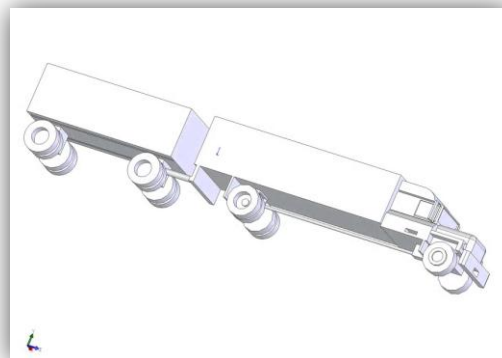
- **C3**



Cuadro 2.2. CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 3 EJES				
Número de ejes	3			
Número de llantas	8-10			
Motor con caballaje HP mínimo:	215			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA (ton) VEHICULAR-8 Llantas	21.5	19	17	16
MASA BRUTA (ton) VEHICULAR-10 Llantas	24.5	23	20	18.5
LARGO TOTAL(m) VEHICULAR-8y10Llantas	14	14	14	12.5

Desde el Cuadro 2.3 al 2.6 se ilustran las unidades que combinan un camión con un remolque.

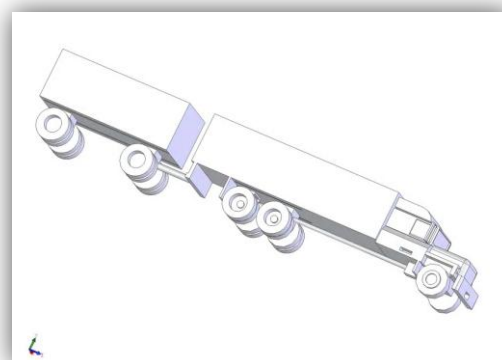
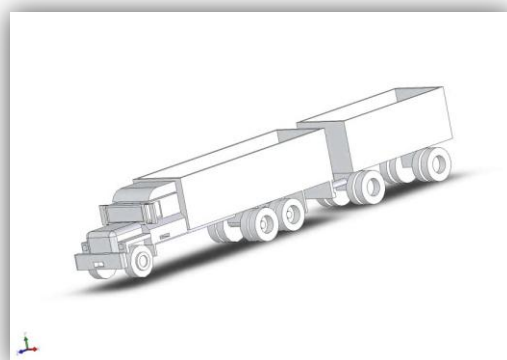
- **C2-R2**



Cuadro 2.3. CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN 2 EJES Y REMOLQUE 2 EJES				
Número de ejes	4			
Número de llantas	14			
Motor con caballaje HP mínimo:	250			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	37.5	35.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

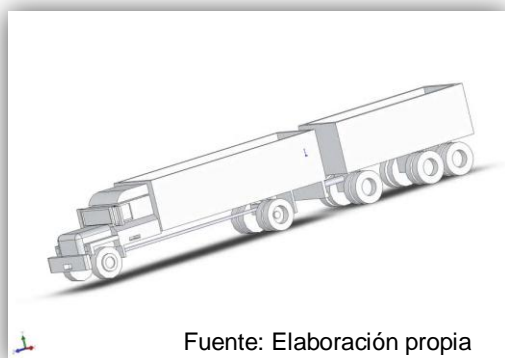
NA: NO AUTORIZADO

- **C3-R2**

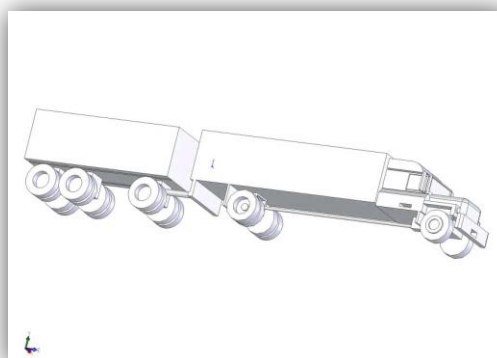


Cuadro 2.4. CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	5			
Número de llantas	18			
Motor con caballaje HP mínimo:	250			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	44.5	42	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

• **C2-R3**

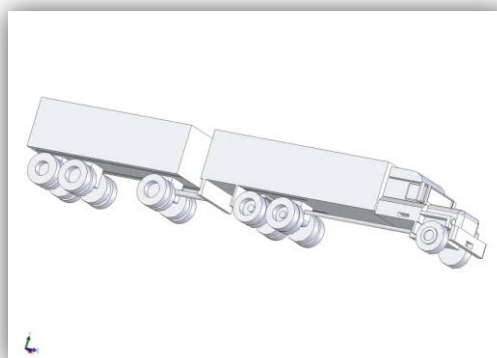
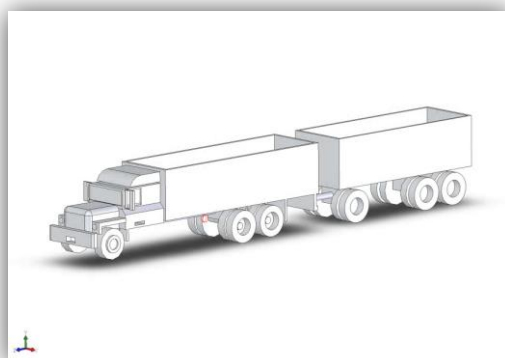


Fuente: Elaboración propia



Cuadro 2.5 CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	5			
Número de llantas	18			
Motor con caballaje HP mínimo:	250			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	44.5	41	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

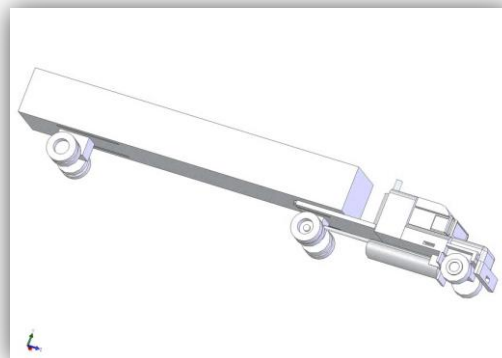
• **C3-R3**



Cuadro 2.6 CARACTERÍSTICAS: CAMIÓN DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	260			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	51.5	47.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

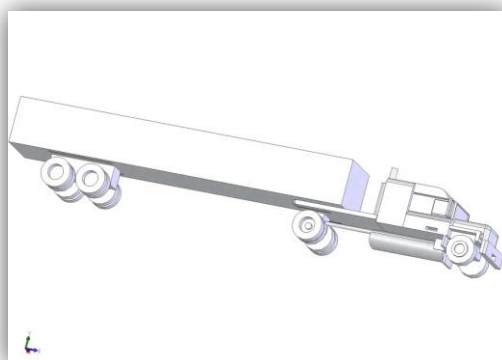
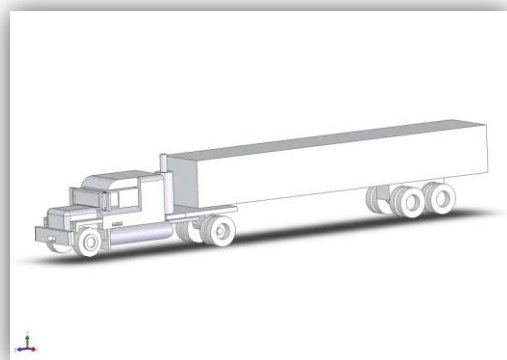
Desde el Cuadro 2.7 al 2.12 se ilustran los diferentes tipos de unidades tractoras con semirremolque.

- **T2-S1**



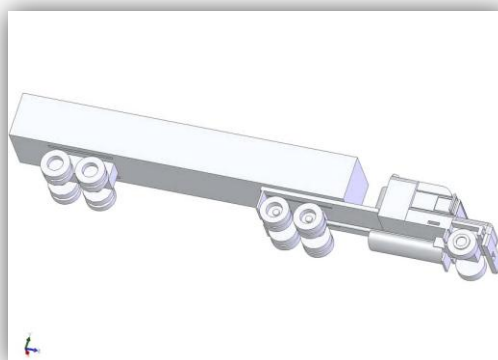
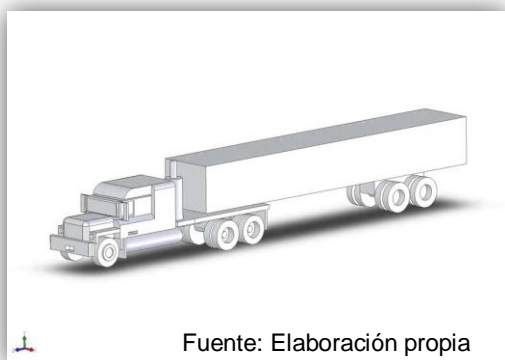
Número de ejes	3			
Número de llantas	10			
Motor con caballaje HP mínimo:	260			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	27.5	26	22.5	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20.8	18.5	NA

- **T2-S2**



Número de ejes	4			
Número de llantas	14			
Motor con caballaje HP mínimo:	300			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	34.5	31.5	28	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20.8	18.5	NA

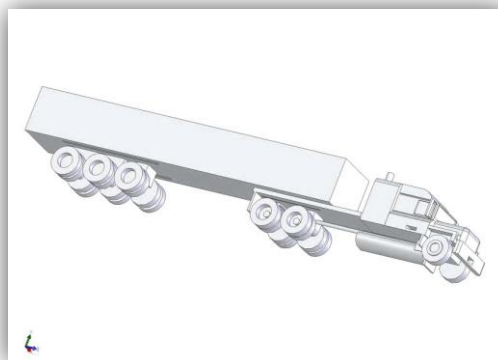
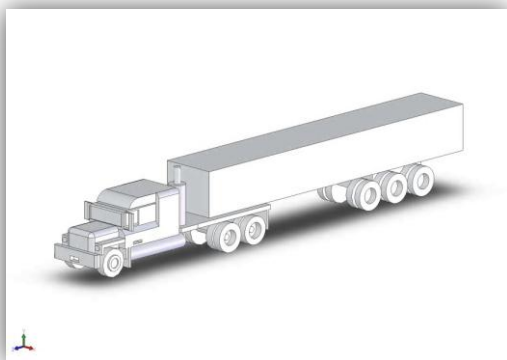
• **T3-S2**



Cuadro 2.9. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	5			
Número de llantas	18			
Motor con caballaje HP mínimo:	350			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	41.5	38	33.5	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20.8	18.5	NA

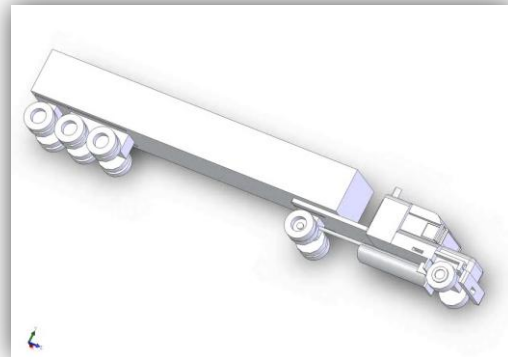
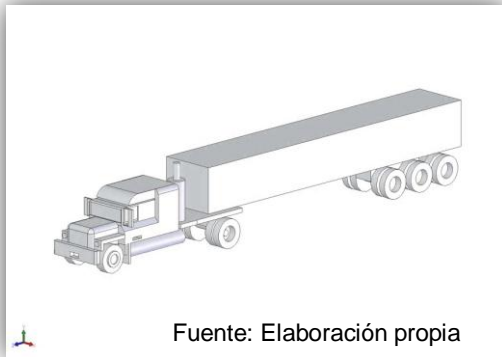
NA: NO AUTORIZADO

• **T3-S3**



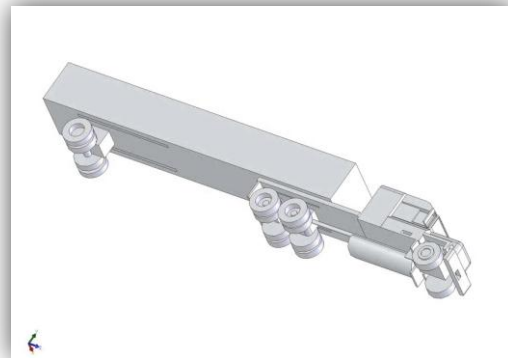
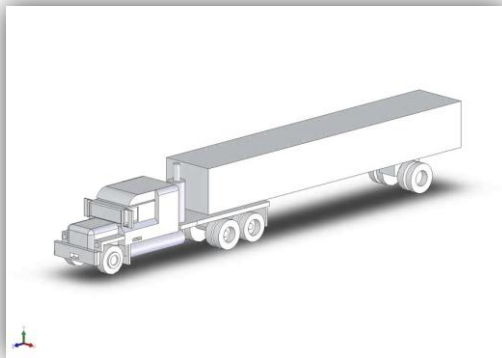
Cuadro 2.10. CARACTERÍSTICAS:TRACTORA DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	350			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	48	45.5	40	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20.8	18.5	NA

• **T2-S3**



Número de ejes	5			
Número de llantas	18			
Motor con caballaje HP mínimo:	350			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	41	39	34.5	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20	18	NA

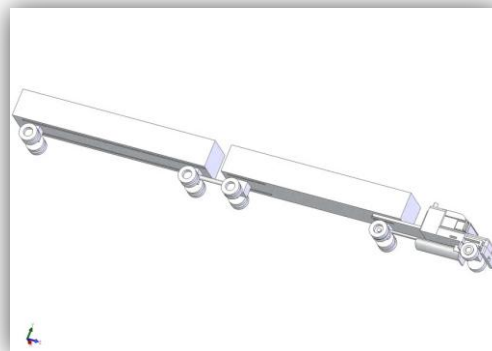
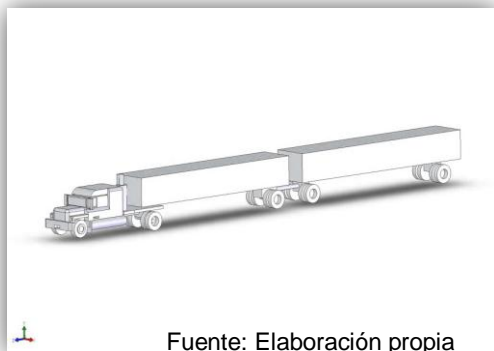
• **T3-S1**



Número de ejes	4			
Número de llantas	14			
Motor con caballaje HP mínimo:	300			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	34.5	32.5	28	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	23	20	18	NA

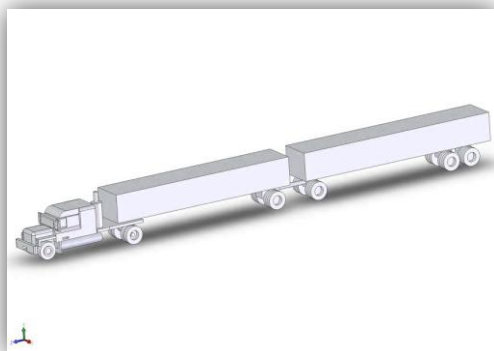
Desde el Cuadro 2.13 al 2.20 se ilustran las unidades tractoras con semirremolque seguido por un remolque acoplado al conjunto.

- **T2-S1-R2**



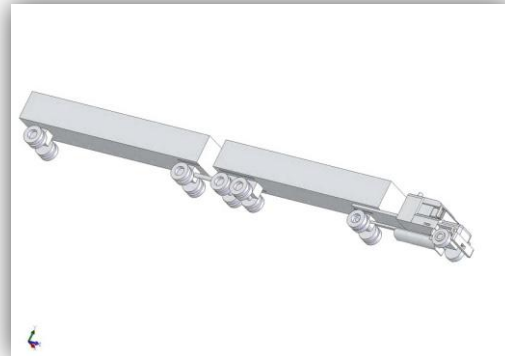
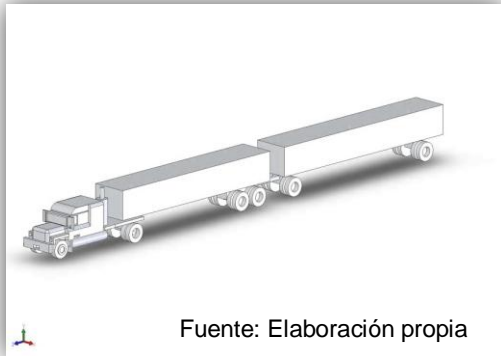
Cuadro 2.13. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	5			
Número de llantas	18			
Motor con caballaje HP mínimo:	350			
Freno auxiliar de escape o motor libre, de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	47.5	45	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

- **T2-S1-R3**



Cuadro 2.14. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	370			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	54.5	50.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

• **T2-S2-R2**

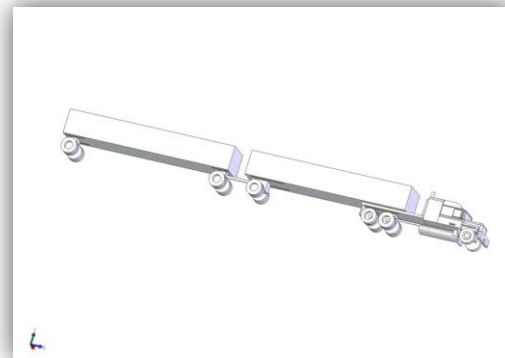
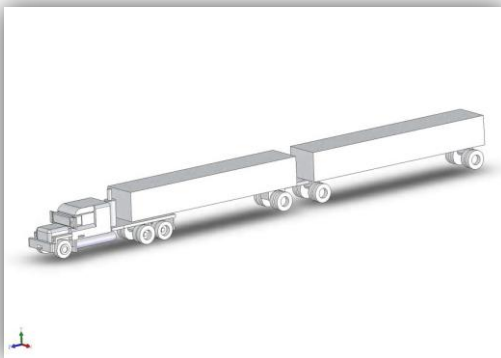


**Cuadro 2.15. CARACTERÍSTICAS:
TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES**

Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	350			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	54.5	50.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

NA: NO AUTORIZADO

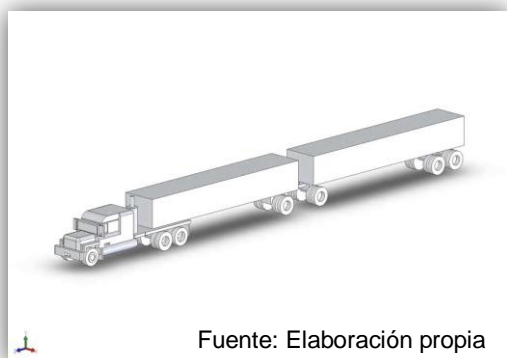
• **T3-S1-R2**



**Cuadro 2.16. CARACTERÍSTICAS:
TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 2 EJES**

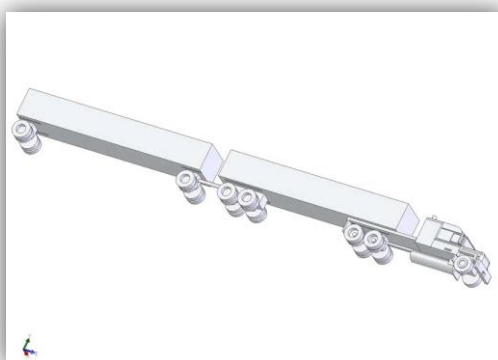
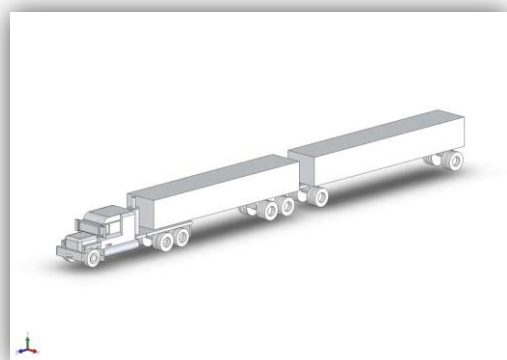
Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	370			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	54.5	51.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

• **T3-S1-R3**



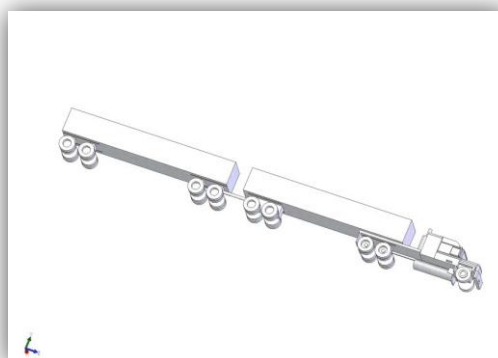
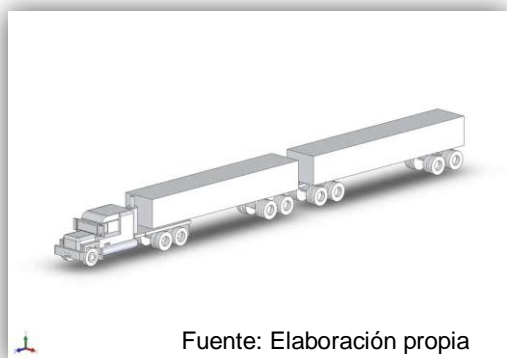
Cuadro 2.17. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 1 EJE Y REMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	7			
Número de llantas	26			
Motor con caballaje HP mínimo:	370			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	60.5	57.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

• **T3-S2-R2**



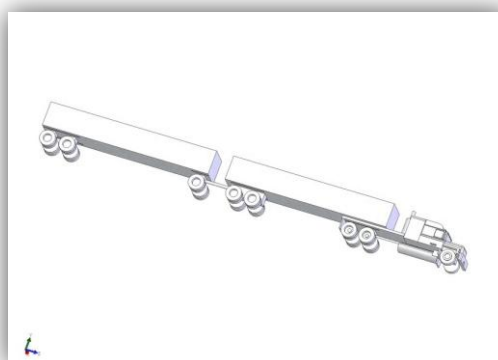
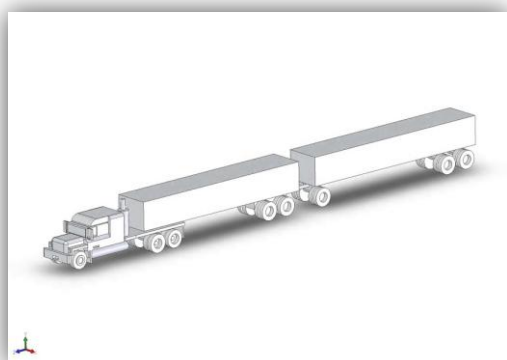
Cuadro 2.18. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	7			
Número de llantas	26			
Motor con caballaje HP mínimo:	400			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	60.5	57.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

• **T3-S2-R4**



Cuadro 2.19. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES				
Número de ejes	9			
Número de llantas	34			
Motor con caballaje HP mínimo:	450			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	66.5	66	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

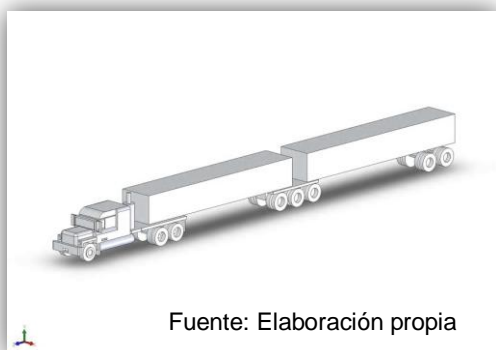
• **T3-S2-R3**



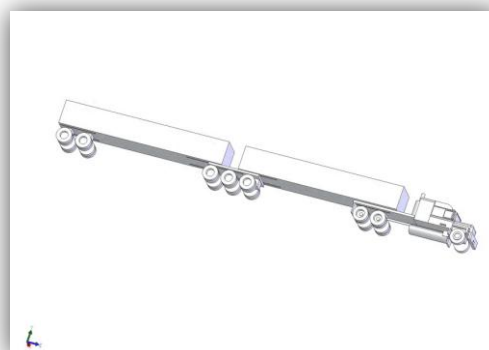
Cuadro 2.20. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES				
Número de ejes	8			
Número de llantas	30			
Motor con caballaje HP mínimo:	450			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	63	62.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

Desde el Cuadro 2.21 al 2.23 se ilustran unidades tractoras con dos semirremolques.

• **T3-S3-S2**

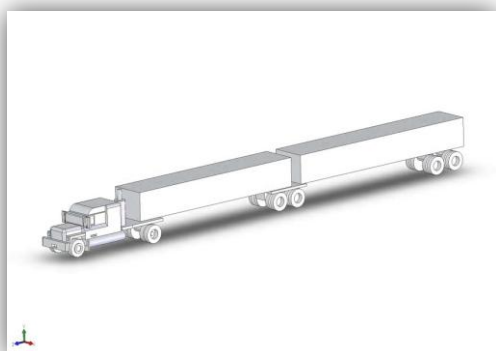


Fuente: Elaboración propia



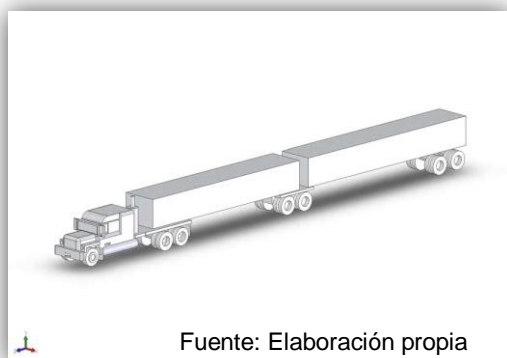
Cuadro 2.21. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 3 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	8			
Número de llantas	30			
Motor con caballaje HP mínimo:	400			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	60	60	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	25	25	NA	NA

• **T2-S2-S2**



Cuadro 2.22. CARACTERÍSTICAS: TRACTORA DE 2 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES				
Número de ejes	6			
Número de llantas	22			
Motor con caballaje HP mínimo:	370			
Freno auxiliar de escape o motor, libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	51.5	46.5	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

- **T3-S2-S2**



**Cuadro 2.23. CARACTERÍSTICAS:
TRACTORA DE 3 EJES, SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES Y SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES**

Número de ejes	7			
Número de llantas	26			
Motor con caballaje HP mínimo:	400			
Freno auxiliar de escape o motor libre de fricción	SI			
Tipo de carretera	ET y A	B	C	D
MASA BRUTA VEHICULAR(ton)	58.5	53	NA	NA
LARGO TOTAL VEHICULAR (m)	31	28.5	NA	NA

NA: NO AUTORIZADO

En el presente capítulo, en el apartado 2.3 se analiza la manera en que estas unidades operan en vialidades de la Ciudad de México, donde la oferta de las mismas es limitada.

Este tipo de vehículos no sólo utiliza vías primarias, sino también vías secundarias y locales, donde generan grandes problemas al tránsito rodado por su gran volumen y dimensiones (longitud y altura).

Estos vehículos tienen un alto valor económico (sin considerar la mercancía que transportan), al no haber zonas de estacionamiento destinadas a estas unidades, muchas utilizan la vía pública para tal fin, con el consiguiente riesgo de daño o robo de las mismas. Para identificar este parámetro, en el Cuadro 2.24 se muestra el costo promedio de las unidades C2 y C3, así como su capacidad de carga en el chasis sin carrozar. En el caso de los T2 y T3, además del costo se indica la capacidad de arrastre, ya que son tractocamiones que han de acoplar un semirremolque.

Sin contar el costo y la masa de una caja carrozada en un C2, y de un semirremolque en el caso de un T3, observamos en el Cuadro 2.24 que el camión C2 tiene un costo del 41.6 por ciento de los \$1,449,000 pesos de costo promedio que tiene un tractocamión T3, en cambio, en capacidad de carga, el C2 tiene un 22.7 por ciento de los 45,549 kilogramos de capacidad de la unidad T3.

• **UNIDADES TRACTIVAS C-2, C-3, T-2, T-3**

Cuadro 2.24. CARACTERÍSTICAS DE PRECIO Y CARGA DE C2, C3, T2 Y T3		
Unidad	Precio promedio (pesos mexicanos)	Capacidad de carga en kilogramos
CAMIÓN DOS EJES (C-2) DE 215 HP	603,000	10,374
CAMIÓN TRES EJES (C-3) de 250 HP Transmisión Fuller de 9 velocidades	743,000	18,000
TRACTOCAMIÓN DOS EJES (T-2) de 450 HP Transmisión Fuller de 18 velocidades	1,000,000	35,440
TRACTOCAMIÓN TRES EJES (T-3) de 450 HP Transmisión Fuller de 18 velocidades	1,449,000	45,549

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008 y Diversas agencias autorizadas DINA, Mercedes-Benz, International, Volvo y MAREQSA¹².

En los Cuadros 2.25 y 2.26 se detallan las características de costo y capacidad de carga de los distintos semirremolques de 2 y 3 ejes, respectivamente. En el caso de los S-2, es de destacar que la plataforma tiene la mayor capacidad de carga (30,000 kilogramos), ya que tiene la menor tara¹³ al no llevar paneles laterales ni superiores, como es el caso de la jaula y la caja de aluminio.

En el caso de los S-3, al llevar un eje más, puede soportar mayor carga, por lo que la plataforma S-3 tiene una capacidad de carga de 35,000 kilogramos, 5000 kilogramos (14.3 por ciento) más que la plataforma S-2. En cuanto al costo, un semirremolque de 3 ejes tiene un costo medio de un 20 por ciento más que uno de 2 ejes.

¹² Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte 2009.

¹³ Masa del vehículo sin carga, con conductor y tanque lleno de combustible.

- **S-2**

Cuadro 2.25. CARACTERÍSTICAS: SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES		
Número de ejes	2	
Número de llantas	8	
	Precio promedio (pesos mexicanos)	Capacidad de carga en kilogramos
Plataforma de 40 pies (12.19m)	191,000	30,000
Jaula de 40 pies (12.19m)	214,000	25,000
Caja de aluminio de 40 pies (12.19m)	236,000	25,000
Plataforma 24 pies (7.31m)	132,000	30,000

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008 y Diversas agencias autorizadas DINA, Mercedes-Benz, International, Volvo y MAREQSA¹⁴.

- **S-3**

Cuadro 2.26. CARACTERÍSTICAS: SEMIRREMOLQUE 3 EJES		
Número de ejes	3	
Número de llantas	12	
	Precio promedio (pesos mexicanos)	Capacidad de carga en kilogramos
Plataforma de 40 pies (12.19m)	238,000	35,000
Jaula de 40 pies (12.19m)	260,000	30,000
Caja de aluminio de 40 pies (12.19m)	294,000	30,000

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008 y Diversas agencias autorizadas DINA, Mercedes-Benz, International, Volvo y MAREQSA¹⁵.

¹⁴ Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte 2009.

¹⁵ Idem.

2.2 Usos de los vehículos de transporte de carga

2.2.1 Número de unidades de carga en el D.F.

Para determinar el número de unidades de carga que operan en el D.F., se adquirió la base de datos de la empresa Melgar de México¹⁶, además, esta información se cotejó, comparó y adicionó con otras fuentes disponibles, como la del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Anuario de la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI), documentos oficiales de los organismos del transporte del D.F., así como documentos de internet de algunos organismos de transporte.

Para la descripción de las unidades de transporte urbano (UTU) que operan en la Ciudad de México, se tipificaron considerando el derecho de vía en que operan, en este caso, ya que no existen vialidades exclusivas para la operación de carga, funcionan en derecho de vía tipo “C” o también conocida como tránsito mixto; así como el servicio que prestan, en este caso, para el transporte de mercancías, todas las unidades se emplean para transportar algún tipo de producto, sin embargo, algunas unidades, en determinado momento, también trasladan pasajeros.

En relación con el tipo de servicio que prestan, las unidades de carga se clasifican en públicos y privados, en función de la persona física que lo brinda y la forma en cómo se otorga la satisfacción del transporte:

- a. Transporte privado o particular, el servicio se presta en vehículos operados y/o administrados por el dueño de la unidad.
- b. Transporte público, son sistemas de transportación concesionados o propios del Estado (Oficial).

¹⁶ Melgar 2008. Registro del parque vehicular estatal, considerando tanto los vehículos legales, los ilegales y los regularizados. Las unidades legales son las que cuentan con toda la documentación completa, de acuerdo a la ley y son adquiridos a través de los canales de distribución establecidos o armadoras; las ilegales son vehículos que ingresan de manera ilegal, se encuentran en esta clasificación los conocidos como “chocolates”, los fronterizos y los re-etiquetados (unidades robadas a las que se les cambia el número de serie) y las regularizadas son unidades que ingresan como ilegales y que regularizan su situación.

La clasificación empleada para las UTU´s es:

1. Unidades de carga y/o pasajeros, transporte de superficie.
2. Unidades de carga, transporte de superficie.
3. Unidades de servicios, transporte de superficie.

A continuación se describe cada tipología:

1. Unidades de carga y/o pasajeros, transporte de superficie.

Incluye todas las unidades que prestan servicio de transporte de pasajeros y/o carga, contabilizándose un total de 1,336,304 unidades. Estas unidades pueden combinar ambos usos por sus características técnicas (dimensiones, capacidad de carga, masa bruta vehicular, etc.), para su identificación en la base de datos de Melgar (2008), se empleó la clasificación sugerida por la *“Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas”*¹⁷, en función de la Masa Bruta Vehicular (MBV).

Esta tipología corresponde al 30.9 por ciento del parque vehicular total del D.F.

En la Tabla 2.1 se catalogan las unidades de carga y/o pasajeros, en camionetas de uso particular o múltiple, con tipo de servicio oficial o público, así como motocicletas, en ámbito legal, ilegal o regularizado, en su cantidad y porcentaje respecto al total de estas unidades.

¹⁷ Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT), 2007.

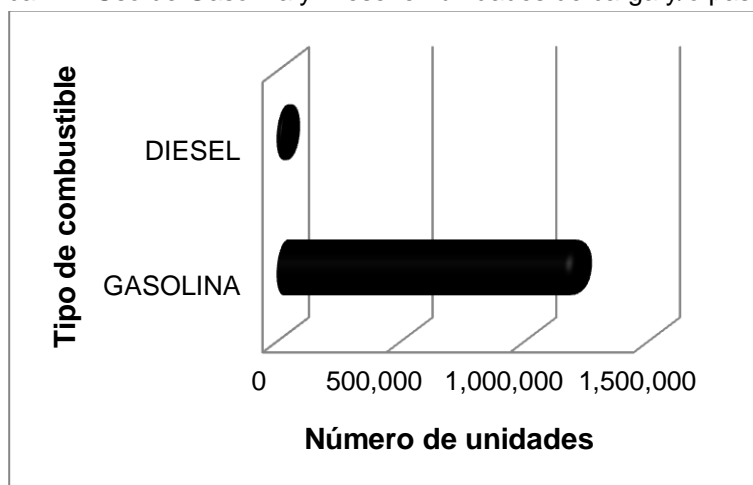
Tabla 2.1. Unidades de carga y/o pasajeros, transporte de superficie

Tipo de Unidad	Tipo de Servicio	Combustible	Volumen de UTU				Porcentaje
			Legal	Ilegal	Regularizado	Total	
Camioneta particular (carga, pasajeros, servicios)	Particular	Gasolina	493,624	49,202	25,530	568,256	42.50
		Diesel	30,205			30,205	2.26
Unidades usos múltiples (carga, pasajeros, servicios)	Particular	Gasolina	568,313	6,300	8,113	582,726	43.7
		Diesel	381			381	0.03
	Oficial	Gasolina	5,829			5,829	0.45
	Público	Gasolina	8,743			8,743	0.65
Camioneta uso oficial (carga, pasajeros, servicios)	Oficial	Gasolina	4,775			4,775	0.36
Camioneta uso público (carga, pasajeros)	Público	Gasolina	19,464			19,464	1.46
		Diesel	272			272	0.03
Motocicletas (carga, pasajeros)	Particular	Gasolina	115,653			115,653	8.65
TOTAL UNIDADES DE CARGA Y/O PASAJEROS, TRANSPORTE DE SUPERFICIE			1,247,159	55,502	33,643	1,336,304	100.00

Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

En la Gráfica 2.1 se puede observar la importancia de los vehículos de gasolina en unidades de carga y/o pasajeros, con 1,305,446 unidades, frente a las 30,858 unidades a diesel, lo que representa un 97.7 por ciento de unidades a gasolina, frente a un 2.3 por ciento de unidades a diesel.

Gráfica 2.1. Uso de Gasolina y Diesel en unidades de carga y/o pasajeros



Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

2. Unidades de carga, transporte de superficie.

Incluye las unidades que se emplean para el movimiento de mercancías principalmente, aunque también se consideran a los camiones empleados en la industria de la construcción, con un total de 43,222 unidades, ver Tabla 2.2.

Esta categoría de vehículos corresponden al 0.99 por ciento del parque vehicular total D.F., 9.86 por ciento de ellas son ilegales.

Se clasifican en tractocamiones de uso particular y público, camiones para la construcción de uso particular y camiones de uso particular, público y oficial, todos ellos a nivel legal e ilegal, contabilizados en su cantidad y porcentaje respecto al total de estas unidades.

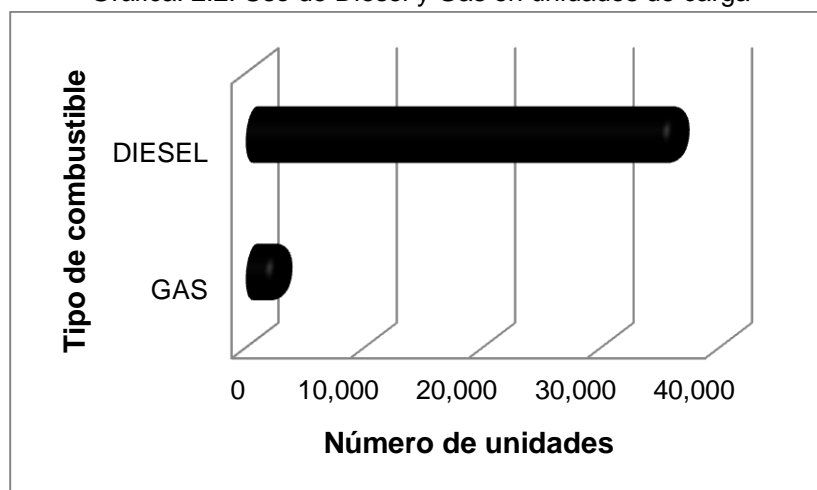
Tabla 2.2. Unidades de carga, transporte de superficie

Tipo de Unidad	Tipo de Servicio	Combustible	Volumen de UTU			
			Legal	Ilegal	Total	Porcentaje
Tractocamiones	Particular	Diesel	24,137	2,151	26,288	60.82
	Público	Diesel	800		800	1.85
Camiones para construcción	Particular	Diesel	1,297		1,297	3
Camiones	Particular	Diesel	6,419	2,111	8,530	19.74
		Gas	2,706		2,706	6.26
	Público	Diesel	2,581		2,581	5.97
	Oficial	Diesel	1,020		1,020	2.36
TOTAL UNIDADES DE CARGA Y/O PASAJEROS, TRANSPORTE DE SUPERFICIE			38,960	4,262	43,222	100.00

Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

En la Gráfica 2.2 se puede observar que la mayor parte de las 43,222 unidades de carga, transporte de superficie, emplean como combustible Diesel, en total 40,516 unidades (93.7 por ciento), frente a 2,706 (6.3 por ciento) que emplean Gas.

Gráfica: 2.2. Uso de Diesel y Gas en unidades de carga



Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

3. Unidades de servicios, transporte de superficie.

Son las unidades pesadas que se utilizan para brindar un servicio a la población del D.F. Como recolección de basura, reparación y mantenimiento de las vialidades. Son un total de 2,350 unidades que corresponden al 0.054 por ciento del total de 1,381,876 unidades de carga del parque vehicular del D.F., [Tabla 2.3].

Tabla 2.3. Unidades de servicios, transporte de superficie

Tipo de Unidad	Tipo de Servicio	Combustible	Volumen de UTU		
			Legal	Total	Porcentaje
Camiones uso oficial (basura, obras, etc)	Oficial	Diesel	2,300	2,300	97.8
Tractocamiones uso oficial	Oficial	Diesel	50	50	2.2
TOTAL UNIDADES DE CARGA Y/O PASAJEROS, TRANSPORTE DE SUPERFICIE			2,350	2,350	100

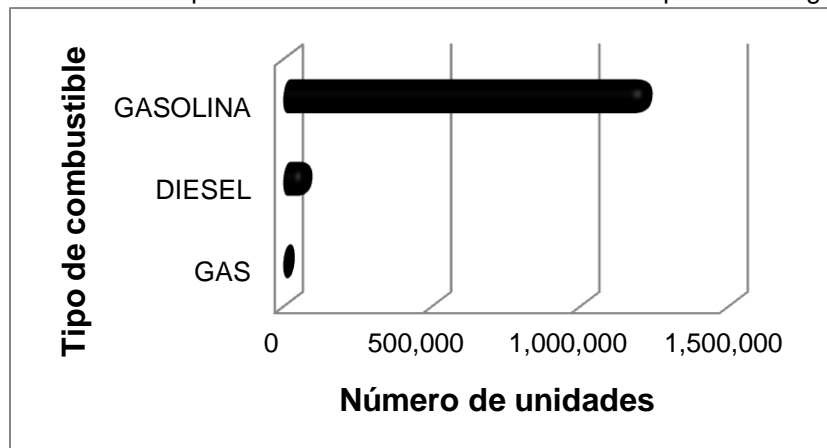
Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

Todas las unidades de servicios, transporte de superficie, usan como combustible diesel y son de servicio oficial.

En la Gráfica 2.3 se muestra el tipo de combustible empleado por el total de las 1,381,876 unidades de carga, destacando el consumo de Gasolina en un total de 1,305,446 unidades (94.5 por ciento), seguido por 73,724 unidades (5.3 por ciento),

que emplean Diesel en sus motores, y por último, 2,706 unidades (0.2 por ciento), que emplean Gas.

Gráfica: 2.3. Tipo de combustible en unidades de transporte de carga



Fuente: Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

2.2.2 Antigüedad de unidades de carga en el D.F.

Los datos existentes de la antigüedad de unidades de carga están basados en la clasificación de Melgar (2008), según los tipos de vehículos especificados en los Cuadros 2.27, 2.28, 2.29 y 2.30.

- La clasificación de camiones ligeros a gasolina varían, según Cuadro 2.27, desde la clase 1 a la clase 4, hasta un máximo de 3856 kilogramos de masa bruta vehicular (MBV):

Cuadro 2.27 Clasificación camiones ligeros a Gasolina

Tipo de vehículo	MBV
CC1 (camiones ligeros a gasolina 1)	0 a 2,722 kg
CC2 (camiones ligeros a gasolina 2)	0 a 2,722 kg
CC3 (camiones ligeros a gasolina 3)	2,722 a 3,856 kg
CC4 (camiones ligeros a gasolina 4)	2,722 a 3,856 kg

Fuente: Melgar (2008).

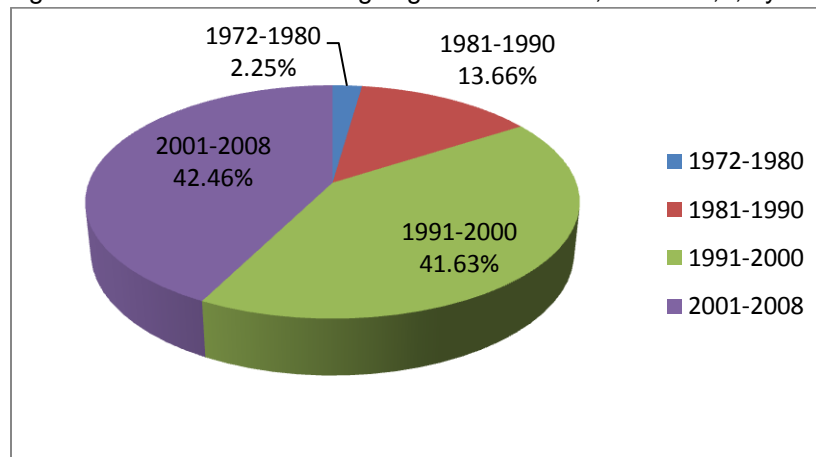
Según la Tabla 2.4, representada en la Gráfica 2.4, el 42.46 por ciento de las unidades C2 menores a 3856 kilogramos de MBV, tiene menos de 10 años, un 41.63 por ciento tiene entre 11 y 20 años y un 15.91 por ciento más de 21 años.

El 57.54 por ciento de estas unidades tienen más de 11 años, es decir, más de la mitad de estas unidades tienen una tecnología obsoleta.

Tabla 2.4 Antigüedad de camiones de carga ligera a Gasolina, Clases 1,2,3 y 4 en el D.F., 2008

Unidades de carga ligera a gasolina Clase 1,2,3 y 4					
Rango de años	1972-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2008	Total
Unidades	14,510	88,000	268,212	273,531	644,253

Gráfica 2.4 Antigüedad de camiones de carga ligera a Gasolina, Clases 1,2,3 y 4 en el D.F., 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de "Balance energético del Transporte en el Distrito Federal" (2009).

- La clasificación de camiones pesados a gasolina varían, según Cuadro 2.28, desde la clase 2b a la clase 8b, a partir de 3,856 kilogramos de MBV:

Cuadro 2.28 Clasificación de camiones pesados a Gasolina

Tipo de vehículo	MBV
Vehículos pesados a gasolina clase 2b	3,856 a 4,536 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 3	4,536 a 6,350 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 4	6,350 a 7,258 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 5	7,258 a 8,845 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 6	8,845 a 11,794 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 7	1,794 a 14,969 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 8a	1,4969 a 27,216 kg
Vehículos pesados a gasolina clase 8b	Más de 27,216 kg

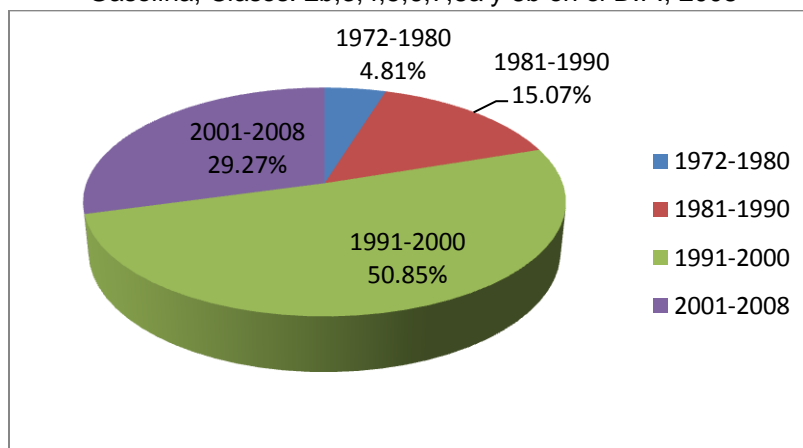
Fuente: Melgar (2008).

Según la Tabla 2.5, representada en la Gráfica 2.5, las unidades de carga pesada a gasolina menores de 10 años se reducen a menos de la tercera parte (29.27 por ciento), más de la mitad, el 50.85 por ciento, tienen entre 11 y 20 años, habiendo un preocupante 4.81 por ciento de más de 31 años.

Tabla 2.5 Antigüedad de camiones de carga pesada a Gasolina Clases: 2b,3,4,5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008

Unidades de carga pesada a gasolina Clases: 2b,3,4,5,6,7,8 y 8b					
Rango de años	1972-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2008	Total
Unidades	270	845	2,852	1,642	5,609

Gráfica 2.5 Antigüedad de camiones de carga pesada a Gasolina, Clases: 2b,3,4,5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de "Balance energético del Transporte en el Distrito Federal" (2009).

- La clasificación de camiones a diesel, según Cuadro 2.29, que varía desde la clase 1 a la clase 4, con un máximo de 7258 kilogramos de MBV:

Cuadro 2.29 Clasificación de camiones a Diesel, Clase 1,2,2b,3 y 4

Tipo de vehículo	MBV
Camiones ligeros a diesel 1 y2	0 a 2,722 kg
Vehículos pesados a diesel clase 2b	3,856 A 4,536 kg
Vehículos pesados a diesel clase 3	4,536 a 6,350 kg
Vehículos pesados a diesel clase 4	6,350 a 7,258 kg

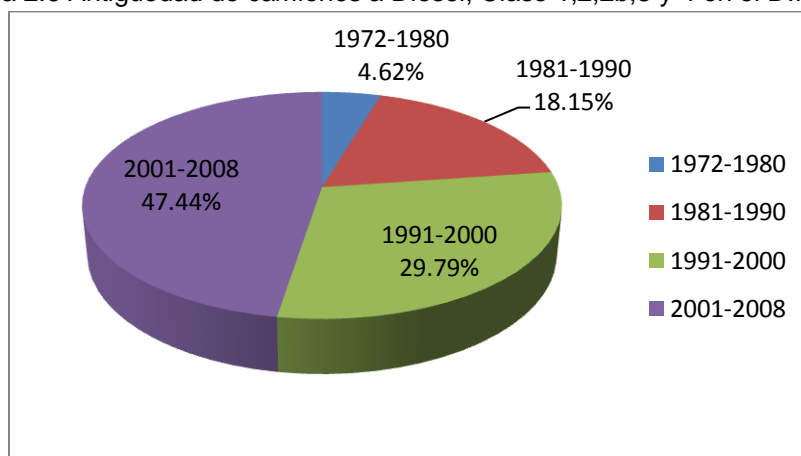
Melgar (2008).

Según la Tabla 2.6, representada en la Gráfica 2.6, el número de camiones C2 (con MBV menor a 7258 kilogramos), a diesel menores de 10 años es de un 47.44 por ciento, más de la mitad de estas unidades (52.56 por ciento) tienen más de 10 años.

Tabla 2.6 Antigüedad de camiones a Diesel, Clase 1,2,2b,3 y 4 en el D.F., 2008

Unidades de carga diesel Clase 1,2,2b,3 y 4					
Rango de años	1972-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2008	Total
Unidades	1,395	5,481	8,998	14,330	30,204

Gráfica 2.6 Antigüedad de camiones a Diesel, Clase 1,2,2b,3 y 4 en el D.F., 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de "Balance energético del Transporte en el Distrito Federal" (2009).

- La clasificación de camiones pesados a diesel, según Cuadro 2.30, varía desde la clase 5 a la clase 8b, desde los 7258 kilogramos de MBV:

Cuadro 2.30 Clasificación de camiones pesados a Diesel

Tipo de vehículo	MBV
Vehículos pesados a diesel clase 5	7,258 a 8,845 kg
Vehículos pesados a diesel clase 6	8,845 a 11,794 kg
Vehículos pesados a diesel clase 7	11,794 a 14,969 kg
Vehículos pesados a diesel clase 8a	14,969 a 27,216 kg
Vehículos pesados a diesel clase 8b	Más de 27,216 kg

Melgar 2009

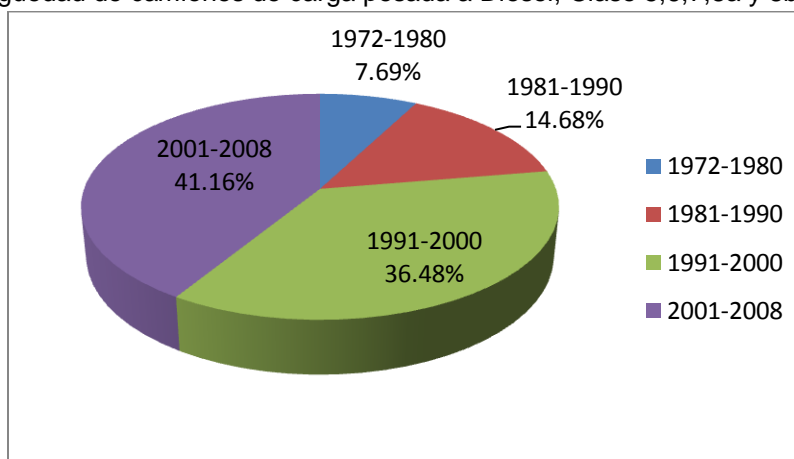
Según la Tabla 2.7, representada en la Gráfica 2.7, la antigüedad de los camiones de carga pesada a diesel menores de 10 años no supera la mitad de las unidades, es del 41.16 por ciento, por lo que hay un 58.84 por ciento de vehículos pesados a diesel de

más de 10 años, con un preocupante 7.69 por ciento de las unidades que tienen más de 31 años.

Tabla 2.7 Antigüedad de camiones de carga pesada a Diesel, Clase 5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008

Unidades de carga pesada a Diesel, Clase 5,6,7,8a y 8b					
Rango de años	1972-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2008	Total
Unidades	3,409	6,505	16,169	18,243	44,327

Gráfica 2.7 Antigüedad de camiones de carga pesada a Diesel, Clase 5,6,7,8a y 8b en el D.F., 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de "Balance energético del Transporte en el Distrito Federal" (2009).

2.3 Problemas operativos del transporte de carga

Las ciudades se han convertido en unidades de negocio, es el caso de la ciudad de México, con centros importantes como la Central de Abasto o la Estación Intermodal Pantaco, donde se ha de gestionar el espacio y el tiempo de recorrido en el transporte, convirtiéndose en una nueva variable económica para la competitividad de las empresas.

El Distrito Federal posee un problema de logística no resuelta. El problema es agravado por la herencia del pasado, la ciudad ha ido creciendo desordenadamente, absorbiendo áreas industriales como Vallejo, convirtiéndose en zonas de uso de suelo habitación. Generando una tendencia de regiones urbanizadas discontinuas, con diversidad de centros generadores y atractores de viajes y una difícil integración de vialidades de transporte.

Las siguientes cifras muestran la magnitud del reto del transporte de carga en la Ciudad de México:

- Se generan 1.1 kilos de basura por habitante y día, lo que supone aproximadamente 9 millones de kilogramos de residuos sólidos urbanos diarios.
- Se estima en el D.F. un manejo de 24 toneladas por habitante al año en insumos, desechos y otros materiales.
- En la ciudad de México se transportan 10,899 millones de toneladas al año, aproximadamente 30 millones de toneladas al día.

Son pocas las soluciones al transporte de carga que pueden catalogarse como satisfactorias, como el caso del Centro Histórico, donde en el año 2008, el Gobierno del Distrito Federal prohibió la circulación de camiones de más de 3.5 toneladas para carga y descarga, [Foto 2.1], desde las 7:00 a las 22:00 horas, implementándose vehículos eléctricos con capacidad de carga de 1.5 toneladas, masa bruta vehicular de 3.5 toneladas y 1.5 metros de ancho, [Foto 2.2]. Consiguiendo menor afectación al flujo vial, menor contaminación y una mejor imagen urbana.

Foto 2.1 Camión inmovilizado, por mayor tonelaje del permitido, en el Centro Histórico



Foto 2.2 Vehículo eléctrico de transporte de carga en el Centro Histórico



Fuente: Elaboración propia.

Como ejemplo de medida que no tuvo los resultados esperados, en 1991 la Coordinación General de Transporte (CGT) del D.F. implementó un programa llamado “Reducción de la Contaminación del Transporte de Carga con Origen y Destino en la Central de Abasto”, donde se estableció una estrategia para reducir las emisiones de contaminantes y el esquema de movilidad.

La realidad es que la Central de Abasto tiene horarios para abastecimiento/descarga y ventas/carga, que no se cumplen y, como resultado, las vialidades internas se mantienen siempre congestionadas, lo cual se agrava cuando los camiones o cajas de trailers se utilizan como espacio adicional para almacenamiento.

La Central de Abasto tiene destinada para el mercado de productores un área de 10.6 hectáreas (3.5% del total de 304 hectáreas de la Central) con capacidad para 624 trailers y 5.1 hectáreas (1.68% del total de 304 hectáreas de la Central) con capacidad para 424 unidades de hasta 30 toneladas para la zona de pernocta, [Cuadro 2.31].

Cuadro 2.31. Datos de la Central de Abasto del D.F.

INDICADOR	CAPACIDAD
Área Total	304 hectáreas
Población Beneficiada	20 millones de habitantes
Comercializa	30 por ciento de la producción hortofrutícola nacional
Volumen Operado	30 mil toneladas de alimentos y productos básicos
Capacidad instalada de almacenaje	122 mil toneladas
Afluencia Vehicular	52 mil vehículos diarios
Afluencia de Visitantes	300 mil diarios
Empleos Directos	70 mil
Sector de Frutas y Legumbres	1881 bodegas
Sector de Abarrotes y Víveres	338 bodegas
Locales Comerciales	1489
Mercado de Productores	10.6 hectáreas con capacidad para 624 tráilers
Bodegas de Transferencia	96
Mercado de Aves y Cárnicos	3 hectáreas con 111 bodegas
Mercado de Envases Vacíos	1.7 hectáreas con 359 lotes
Mercado de Flores y Hortalizas	16 hectáreas
Zona de Pernocta	5.1 hectáreas para 424 unidades de hasta 30 toneladas
Frigorífico	Capacidad para dos mil toneladas
Planta de Transferencia de Basura	Capacidad para dos mil toneladas
Estacionamientos Aéreos	3224 cajones para automóviles

Fuente: FICEDA 2007.

Los andenes de la Central de Abasto tienen un diseño antiguo, estrechos y, en la mayoría de los casos, para el acceso de camiones C3, sin posibilidades de acceder a trailers T3-S2 de 48 o 52 pies ,ver Fotos 2.3 y 2.4, la oferta de estacionamientos es insuficiente, tampoco se cumple la norma que impide el estacionamiento de automóviles en los andenes, dado que el público en general tiene acceso y puede comprar productos en muy bajas cantidades, perdiendo la vocación de mayoreo y convirtiéndose en un gran mercado.

Foto 2.3 Vista de andenes de descarga de la Central de Abasto



Foto 2.4 Dificultad de maniobra en la Central de Abasto



Fuente: María García Trejo.

Adicionalmente, los mayoristas tienden a estipular en sus contratos con los transportistas que pueden descargar la mercancía hasta 24 horas después de haber llegado a su destino, lo que contribuye a la congestión de la Central de Abasto y genera un costo de oportunidad para las empresas, que han de perder su tiempo esperando la descarga y no realizando nuevos portes, el más afectado por esta condición es el transporte refrigerado ¹⁸.

Se intentó solucionar este problema creando estacionamientos aéreos con una capacidad de 3,224 cajones para los visitantes. Asimismo se cuenta con estacionamientos en los alrededores de las naves. Los números muestran una gran capacidad de estacionamientos, pero son insuficientes para los 52 mil automóviles que recibe a diario, [Cuadro 2.31].

¹⁸ Secretaría de Economía. 2008-2012.

Además de estas medidas, el D.F. cuenta con Reglamentos de Tránsito (diciembre, 2003), de Transporte (diciembre, 2003), para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (abril, 1993) y la Ley de Transporte y Vialidad del D.F. (diciembre, 2002).

Con objeto de reducir los niveles de contaminación y mejorar la movilidad del transporte de pasajeros, principalmente en el período de máxima demanda de 7:00 a 9:00 horas de la mañana, las autoridades de los Gobiernos de la Ciudad de México y Federal, en coadyuvancia con el sector privado propusieron el "Programa Piloto Voluntario para Mejorar la Circulación del Transporte de Carga en el Distrito Federal", que consistía en la "recomendación" de no circular con vehículos de carga entre las 7:00 y las 9.00 horas.

La realidad del sector transporte es que la mayoría de los transportistas no conocen ni respetan estos reglamentos y programas.

En la normatividad no se identificó disposición específica sobre horarios de circulación para el transporte de carga, salvo la relativa al art. 85, que indica que los horarios estarán restringidos por la Secretaría de Transporte y Vialidad.

En marzo de 1981 se publicó en la gaceta oficial del D.F. un acuerdo para regular horarios de circulación y maniobras de vehículos de carga en el circuito interior. Se permitía de las 9:00 a las 7:00 únicamente, con excepción de los domingos. Quedaban exentos los vehículos que transportan gas LP, gasolina y otros. Para los vehículos de carga se señalaban rutas de penetración y salida de la zona de La Merced. En 1989 se publicaron también algunas restricciones a la circulación diurna de vehículos mayores a 3.5 toneladas, en una zona conformada por las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez. En el mismo acuerdo se indicaban arterias de penetración para el transporte de carga las 24 horas del día. Las limitaciones no son aplicables a vehículos que transportan gas LP y gasolina.

En marzo de 2005 se inició un “Programa piloto voluntario para mejorar la circulación del transporte de carga en el D.F.”¹⁹. Según una encuesta, el 37 por ciento de las empresas de la CANACAR²⁰ consultadas no conocían el programa y el mismo porcentaje de entrevistados opinó que el programa es aceptable para disminuir la congestión vehicular y mejorar la calidad del aire de su zona de trabajo; sin embargo, el 50 por ciento señaló que no les es posible cumplir con el horario “voluntariamente restringido”, ya que sus clientes les establecen un horario de entrega-recepción de la carga. Al 47 por ciento de las empresas les agradaría que sus clientes se sumaran al programa, para que al coordinarse con ellos, puedan cumplir con los horarios de restricción del programa piloto. De estos resultados, el Comité Técnico del programa recomendó continuar con la etapa de evaluación para realizar las adecuaciones y/o correcciones necesarias para instrumentar un programa definitivo, aunque actualmente el programa está cancelado.

El problema de las dimensiones de las unidades de carga en el conjunto del flujo vial:

Las unidades de carga pueden ser camiones (unitarios o con remolque), tractocamión articulado y tractocamión doblemente articulado. A continuación se analiza la relación de dimensiones de una unidad media de carga en su volumen, es decir, un tractocamión articulado (por ejemplo T2-S3), respecto a un auto compacto, con objeto de tener una referencia del impacto en visibilidad, operatividad y espacio de la unidad de carga con respecto al resto de los usuarios que circulan en vehículos particulares [Foto 2.5]:

La longitud de un automóvil medio es de 5.8 metros²¹, las unidades de carga, como las del tipo T2-S3, presentan unas dimensiones de 18 a 23 metros, según la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, es decir, la longitud que ocupa un tráiler T2-S3 es similar a la de tres autos compactos con holgura de espacio entre ellos.

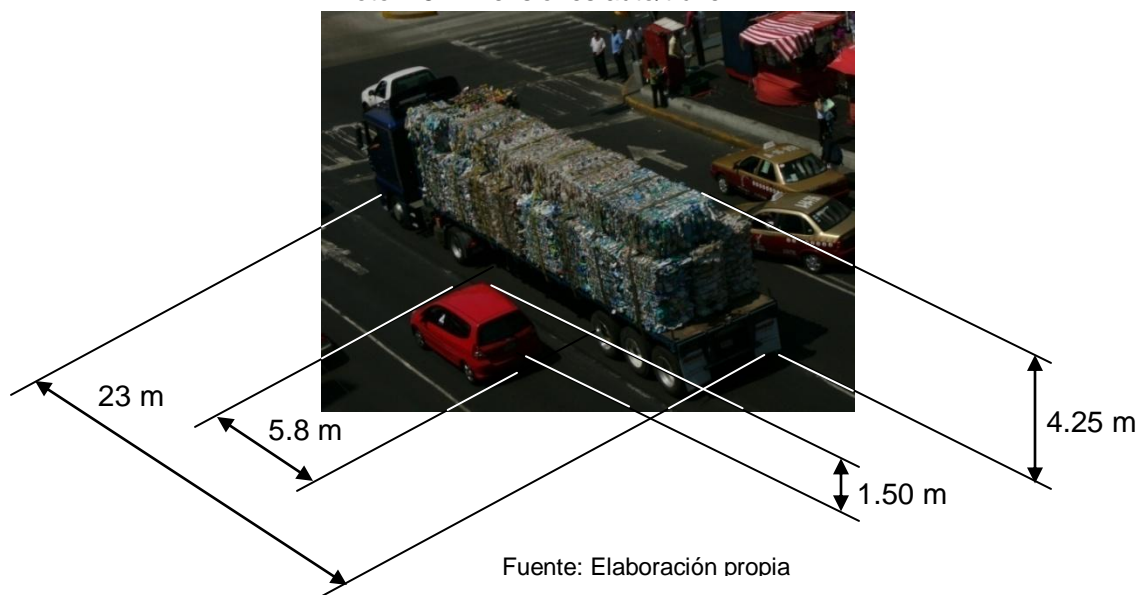
¹⁹ <http://www.sma.df.gob.mx/transporte/>

²⁰ Cámara Nacional del Autotransporte de Carga.

²¹ Cal&Mayor, 2007.

En cuanto a la altura, las unidades de carga tienen un máximo de 4.25 metros, según la NOM-012-SCT-2-2008, los autos varían en un rango de 1.35 a 1.5 metros de altura, por lo que una unidad de carga se aproxima a 3 veces la altura de un auto medio, limitando el nivel de visibilidad y de operación del mismo.

Foto 2.5 Dimensiones auto/tráiler



Muchas unidades de carga que circulan en el D.F. sobrepasan la masa permitida por la NOM-012-SCT-2-2008, dañando el pavimento de las vialidades y los propios vehículos, pudiendo provocar accidentes y perjudicando el subsuelo frágil de la ciudad; vehículos de carga pesada, como los de la Foto 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 circulan por vías locales no permitidas, al no disponer de suficiente radio de giro provocan retenciones, daños en guarniciones, contaminación y molestias a los demás usuarios de la vía, incluso en calles amplias las maniobras de carga y descarga provocan retenciones en esas vías y en las aledañas.

Foto 2.6 Tráiler de agua maniobrando
(Del. Iztapalapa)



Foto 2.7 Tráiler circulando en vía local
(Del. Iztapalapa)



Fuente: Elaboración propia

Foto 2.8 Tráiler entrando en bodega
(Del. Cuauhtémoc)



Foto 2.9 Tráiler inmovilizado en mediana
(Del. Iztapalapa)



Fuente: Elaboración propia

En la Ciudad de México se detectan la siguiente serie de afectaciones a la operación del transporte de carga:²²

- Deficiencias en la conexión regional con ciudades cercanas de alta interacción de viajes.

²² Vialidad y Tránsito. M.I. Miriam Evelia Téllez Ballesteros. 2008.

- Sobresaturación y niveles de servicio que requieren mejorarse en los corredores metropolitanos.
- Infraestructura vial de tipo radial (a excepción de los dos anillos concéntricos de circulación continua) y fuertes rezagos en la dotación de infraestructura vial, principalmente en el nororiente y oriente de la ciudad, lo que aumenta la longitud de los viajes recorridos.
- Discontinuidad de características geométricas y operativas de los principales corredores viales. Esta situación es más patente en los límites del D.F. con el Estado de México.
- Sobresaturación de intersecciones metropolitanas y deficiencia en sistemas de administración del tránsito.
- Inadecuado y deficiente control de acceso a vías rápidas.
- Malas condiciones de la superficie de rodamiento.
- Características deficientes del señalamiento vial.
- Prácticas indebidas en la conducción de vehículos, desconocimiento del reglamento de tránsito.
- Deficiente observancia y regulación de las maniobras de vehículos (carga/descarga de mercancías).
- Instalación anárquica de dispositivos de control de tránsito (topes, publicidad no autorizada, entre otros).
- Falta de estacionamientos públicos en los centros de mayor atracción de viajes.

En el año 2009, el incremento del parque vehicular particular ha tenido una tasa de crecimiento del 13 por ciento, con una ocupación de 1.8 personas por unidad de transporte. Implica un aumento considerable del flujo vehicular en las vías urbanas, dificultando el tránsito de carga y disminuyendo la velocidad media de circulación de la ciudad de 17km/h a 15 km/h.

En el D.F. existen aproximadamente 25 mil calles integradas en 2 mil 150 colonias y 73 mil 537 cruceros; aunque se dispone de 294 mil 184 placas de nomenclatura, hay un

déficit de cerca de 40 por ciento del total de éstas, es decir, 117 mil 659 faltarían de elaborar y colocar²³, ésto nos da una idea de qué tan difícil es coordinar una empresa de distribución de mercancías en el D.F., donde faltan calles con nomenclatura de identificación.

Otro factor que perjudica a la operación del transporte de carga es la falta de una plataforma logística, que permita concentrar, almacenar, distribuir o consolidar mercancías para un mismo cliente, ya que, por ejemplo, varios camiones pueden ir a media carga a un mismo cliente, generando congestión, contaminación, ruido, molestias y, además, volver vacíos a sus puntos de origen, si estas operaciones se coordinaran sería más rentable para las empresas, los clientes (menores tiempos perdidos en recibir la mercancía) y los demás usuarios de la vía.

La falta de estacionamientos o zonas establecidas para carga y descarga, de todas estas unidades de transporte, provoca molestias a conductores y peatones, congestión vehicular y mayor contaminación.

²³ PITV 2001-2006.

3. Origen-destino de la movilidad del transporte de carga

La escasa disponibilidad de uso de suelo habitacional produce aglomeración de asentamientos irregulares con difícil acceso para el abasto de servicios, lo que conlleva grandes problemas de transporte, con costosas inversiones futuras en infraestructura a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

La circulación inadecuada de los vehículos de carga en la ciudad contribuye a agravar los problemas de congestión, contaminación del aire y ruido, eleva los costos de transporte y el valor último del producto transportado.

Identificar los principales movimientos de mercancías que se producen en el territorio urbano nos permite ordenar y planear su operación, para una mayor eficiencia y menor afectación al resto del tránsito rodado.

El problema radica en crear la matriz origen-destino del transporte de carga, así como los productos que transportan y sus cantidades.

De la investigación realizada se observó que no existe un estudio origen-destino integral, que considere el transporte de carga de grandes dimensiones (camiones y tractocamiones), además de unidades pequeñas y medianas para la distribución y venta de mercancías en el interior del D.F., con todas las zonas de distribución y tipos de mercancías.

Actualmente los comercios generan alrededor del 75 por ciento de las operaciones de carga y descarga, mientras que la vivienda genera un 15 por ciento y el sector servicios (en claro aumento) un 10 por ciento²⁴.

²⁴ Francesc Robusté, José Magín, Miguel Estrada, Dante Galván, 2003.

Los establecimientos industriales identificados en la ciudad de México son 28 mil 185, los establecimientos comerciales registrados son 169 mil 137.²⁵

Los centros generadores de carga para el autotransporte presentan una alta concentración en la zona norte y oriente de la ciudad, destacando las delegaciones de Iztapalapa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco. De estos centros generadores, los más importantes son:

- Central de Abasto con una extensión de 304 hectáreas y capacidad de almacenamiento de 122 mil toneladas en 2,219 bodegas.
- Mercado de la Merced con una superficie de 5.1 hectáreas.
- Mercado de Jamaica con 3.7 hectáreas²⁶.

Los datos de vialidades de transporte de carga existentes van enfocados a delimitar las vialidades donde se observa mayor flujo de transporte de carga, vinculándolo con la zona de la ciudad, es decir, vialidades de la zona norte han de estar vinculados con Vallejo o Pantaco, en la zona oriente con la Central de Abastos o la Viga:

Las vialidades donde se ha observado mayor flujo de tránsito de carga.

- Para los viajes internos de las zonas situadas al Norte de la ciudad (Vallejo, Pantaco, Ferrería y Barrientos), se utilizan: el Eje 1 Poniente, Circuito Interior, Eje Central, Eje 3 Norte y, en menor grado, el Periférico.
- Para la región Oriente, constituida por las zonas de La Merced, La Viga y La Central de Abasto, las vías más transitadas fueron: Eje 5 Oriente, Río Churubusco, Circuito Interior y Calzada I. Zaragoza.

Algunas de estas vialidades son usadas de manera permanente por vehículos de carga, y han llegado a constituirse en corredores importantes de transporte de carga en la

²⁵ Vialidad y Tránsito. M.I. Miriam Evelia Téllez Ballesteros. 2008.

²⁶ Idem.

ciudad; destacan el Eje 5 Sur, los Ejes 1 y 3 Oriente, la Calz. Ermita Iztapalapa, Insurgentes Norte, Vallejo, Ejes 4 y 5 Norte.

La distribución horaria de los desplazamientos tuvo, en general, un período máximo similar al período de máxima demanda del transporte de pasajeros, que es de 8:00 a 11:00 am en la mañana y de 7 a 9 pm en la tarde.

Otro aspecto importante son las vías empleadas por el transporte de carga para acceder o salir de la ciudad por los accesos carreteros a otros estados:

Los accesos carreteros más usados, por donde circulan los vehículos con recorridos foráneos.

- México-Puebla y Texcoco, por el Eje 8 Sur y Calzada I. Zaragoza.
- México-Querétaro, por el Eje 1 Poniente, Circuito Interior, Av. Mario Colín-Av. Tlalnepantla, Tenayuca, (Eje Central está restringido para transporte de carga).
- México-Toluca, por Constituyentes, Periférico, Circuito Interior, (Av. Revolución está restringido para transporte de carga).
- México-Pachuca, por Morelos, Eje 3 Oriente y Circuito Interior.

El 17 por ciento de los vehículos que utilizan los principales accesos carreteros al D. F. son unidades de carga; aproximadamente el 10 por ciento de estos vehículos utilizan estas vialidades para circular rumbo a su destino final en otras regiones del país²⁷.

Con estos datos se han realizado esfuerzos aislados y puntuales para mejorar el transporte de carga en la ciudad de México, tal como el desarrollado en 1991 por la Coordinación General de Transporte (CGT) del D.F. denominado “Reducción de la Contaminación del Transporte de Carga con Origen y Destino en la Central de Abasto”, analizado en el punto 2.3 del Capítulo 2.

²⁷ Vialidad y Tránsito. M.I. Miriam Evelia Téllez Ballesteros.2008.

Con la finalidad de construir una imagen del volumen de las unidades de carga que operan en los accesos al D.F., se revisaron las fuentes disponibles y, al no existir actualización de la información y para poder contar con datos para el estudio, se siguió la siguiente estrategia para aforar vehículos de carga:

Condiciones operativas de las unidades de transporte de carga: cargado/vacío

En el Capítulo 2 se describieron técnicamente los vehículos de carga que operan en el D.F., su funcionamiento está determinado por una serie de factores, tales como la altitud sobre el nivel del mar a la que trabajan, ya que, a más altura menor es el nivel de oxígeno y la máquina de la unidad desarrolla menos caballaje del especificado por el fabricante, por lo que tiene menor rendimiento y produce mayor contaminación, además, la unidad de carga tiene características muy diferentes en prestaciones y niveles de seguridad si circula vacía, cargada (MBV) o sobrecargada. A continuación se describen los 3 vehículos de carga más comunes, según datos del número de unidades en el D.F. (ver punto 2.2.1):

I. Camión C2

Un camión C2 con un masa bruta vehicular (MBV) de 3500 kilogramos, tiene una potencia que varía entre los 120 y 350 caballos de fuerza (HP), lo que representa una relación de potencia entre 34.3 y 100 HP por tonelada (tonelada, [ton]=1000kg) a plena carga.

Eso significa que un camión C2, con MVB de 3500 kilogramos y 350 HP de fuerza, puede desarrollar una aceleración similar a un utilitario medio de 1000 kilogramos y 100 HP de fuerza, ya que ambos tienen una relación potencia/masa de 100 HP/ton.

Es notorio indicar que si la unidad de carga circula vacía la relación potencia/masa aumenta y, por lo tanto, mejora sus prestaciones de aceleración y frenado.

II. Camión C3

En el camión C3 la diferencia de masa entre la unidad cargada y vacía es considerable; la MBV es de 24.5 ton, con una potencia media de 300 HP de fuerza.

A plena carga tiene una relación de 12.2 HP/ton, un 12.2 por ciento de la relación de un auto medio con 100 HP/ton, en cambio, si está vacío (tara²⁸ de 9 ton) la relación aumenta a 33.3 HP/ton, un 33.3 por ciento la relación de potencia de un auto medio con 100 HP/ton.

III. T3-S2

El vehículo de carga T3-S2, con 41.5 toneladas de MBV y 450 HP de fuerza media, tiene una relación potencia/masa de 10.8 HP/ton; si la unidad está vacía, con una tara de 16 toneladas aproximadamente, representa una relación de 28.1 HP/ton.

Según estos datos un T3-S2 tiene un comportamiento muy similar al camión C3, con un 28.1 y un 10.8 por ciento, vacío y cargado respectivamente, de la relación potencia/masa que un auto medio de 100 HP/ton.

Además de estas apreciaciones, hay que tener en cuenta que el motor diesel (empleado mayoritariamente por unidades de transporte de carga) tiene un rendimiento energético que varía entre el 30 y el 45 por ciento, en cambio, un motor a gasolina (empleado mayoritariamente por los automóviles) tiene un rendimiento energético del 25 al 30 por ciento, por su menor relación de compresión de la cámara de combustión del motor, de ésto se desprende el siguiente análisis:

²⁸ Masa del continente de una mercancía, en este caso, es la masa de un vehículo sin carga, con conductor y tanque de combustible lleno, dato obtenido en camiones de volteo C3 en obra de calle Yácatas 43, D.F.

- El 99% de los automóviles en la Ciudad de México van propulsados con motores de gasolina²⁹. El motor de gasolina refrigerado por agua alcanza de 6000 a 6400 revoluciones por minuto (r.p.m.)³⁰, sin embargo, suelen trabajar en un rango de 3000 a 3500 r.p.m., ya que representa el régimen de mayor par motor (mayor rendimiento de la máquina en la relación potencia/consumo), lo que indica que realmente trabajan con un 60% aproximadamente de la capacidad de empuje del motor de combustión interna, es decir, para un utilitario medio de 1000 kilogramos y 100 HP de fuerza, lo que realmente se emplea son 60 caballos de fuerza, una relación de 60 HP/ton.
- El 95% de los vehículos de carga que circulan en el DF son Diesel³¹; estos motores alcanzan 2800 r.p.m. y trabajan en un régimen de motor que varía entre 1400 y 2100 r.p.m. donde se encuentra su par motor, lo que indica que aprovechan, en su régimen de uso, del 75% de su potencia total, por ejemplo, para el caso de camiones C3, este rendimiento representa para la unidad cargada una relación de 9.15 HP/ton y vacío aumenta a 25 HP/ton.

Estos resultados indican que se reduce la diferencia de relación caballos/tonelada, entre un camión C3 y un automóvil medio, por ejemplo, siendo esta relación un 15.25 por ciento de un C3 cargado con su MBV respecto al automóvil medio (60 HP/ton) y un 41.66 por ciento un C3 vacío respecto al mismo automóvil.

Un C3 cargado con el máximo permitido (24.5 ton), necesita $\{(60 \text{ HP/ton}) / (9.15 \text{ HP/ton})\} = 6.4$ veces más de tiempo que un automóvil medio en alcanzar la velocidad de 40 km/h, a más velocidad hay que incluir la resistencia del aire, el coeficiente aerodinámico de la unidad, así como la resistencia a rodadura, que varía si el camión está cargado (mayor coeficiente) o vacío (menor coeficiente) y el tipo de pavimento, si

²⁹ Melgar 2008.

³⁰ Número de rotaciones completas en un minuto que realiza el cigüeñal o eje acodado, que transforma la fuerza rectilínea de los pistones en fuerza de rotación en un motor de combustión interna.

³¹ Melgar 2008.

es asfalto, concreto, adoquinado, tierra compacta o tierra suelta, y el ángulo de la pendiente de la vía.

También hay que tener en cuenta que un camión C3 está equipado con frenos para detener la unidad a plena carga en una distancia y tiempos seguros, lo que indica que si la unidad está vacía lleva un sistema de frenos 2.7 superior al que necesita normalmente, aumentando su desempeño de forma significativa, lo que representa mayor eficiencia y seguridad.

Es importante tener en cuenta la diferencia existente entre una unidad de transporte cargada y vacía en términos de su potencia de aceleración y de frenado.

A partir de las unidades C3 y los sucesivos tipos de unidades de carga con mayor MBV permitida, se estiman dos condiciones operativas de carga para los camiones:

a) Cargados

Presentan relaciones caballos/tonelada muy reducidos (10 por ciento en comparación con un automóvil medio de 1000 Kg de peso y 100 HP de fuerza), lo que representa un ralentizador de la velocidad media del flujo de tránsito. Además de necesitar una distancia mayor con el vehículo que le precede, ya que, si necesita más tiempo para acelerar, también necesita mayor tiempo (o distancia) para detener el vehículo con seguridad.

b) Vacíos o con poco peso

Un camión puede ir vacío o llevar materiales poco pesados, por ejemplo, envases vacíos de botellas de PET (Tereftalato de polietileno), tinacos vacíos de PVC (Policloruro de vinilo), que ocupan grandes volúmenes y tienen muy poca masa.

Estas unidades llegan a tener una relación caballos/tonelada de un 30 por ciento del valor de un automóvil medio, lo que representa aceleraciones y velocidades de marcha

con menor impacto en la velocidad media de circulación del resto los vehículos, si bien, a nivel de impacto visual no varía, ya que el espacio ocupado en área y altura de la unidad, en general, es el mismo.

Como aportación innovadora de este trabajo está la “Metodología de aforos de vehículos de carga”, mostrada a continuación.

3.1 Metodología de aforos de vehículos de carga

I. Si la unidad lleva descubierta la carrocería se puede observar qué carga transporta, si es pesada o liviana.

Por ejemplo, un camión de volteo C3 cargado al máximo del volumen de su caja, puede llevar 12 toneladas de arena, hasta 15 toneladas de arena mojada y 18 toneladas de asfalto (esto representa una sobrecarga de la unidad, ya que su MBV es de 24.5 toneladas y su tara es de 9 toneladas, su carga útil es: $24.5-9= 15.5$ toneladas, por lo que transporta con exceso de carga $18-15.5= 2.5$ toneladas)³².

II. Observando la forma de las llantas en la zona de contacto con el pavimento, si están comprimidas indica que la unidad está cargada [Foto 3.1], si están tensas indican que la unidad circula vacía o con poca carga [Foto 3.2]. También, si la llanta forma una recta en la zona de contacto con el pavimento indica que el camión va cargado, si esta forma es de un punto indica que va vacío o con poco peso.

³² Pruebas realizadas en campo, construcción calle Yácatas 43, Del. Benito Juárez, D.F.

Foto 3.1 Vehículos con carga



Foto 3.2 Vehículos vacíos o con poco peso



Fuente: Elaboración propia.

Es conveniente observar el conjunto de las ruedas, ya que alguna puede estar con menor presión de aire del requerido.

III. Según la reacción de la unidad al superar un obstáculo, como un bache o un badén, se puede detectar si circula cargado o vacío (incluyendo con poca masa).

Si la unidad, después del movimiento vertical, al que es sometido por la irregularidad de la superficie, vuelve inmediatamente a su posición, indica que va vacío o con poca

carga, en cambio, si va amortiguando, durante más de 3 segundos, su masa hasta alcanzar la estabilidad vertical, indica que está cargado.

IV. Cuando un tractocamión parte de reposo y la cabina empieza a levantarse de la parte delantera (sobre todo en los T3-S2, T3-S3 y T3-S3-R4) a causa de acelerones fuertes en relaciones de velocidades³³ cortas, es decir, muchos cambios de velocidades en poco tiempo (4 veces en 10 segundos), indica que va cargado, ya que el operador ha de utilizar, mediante estos cambios cortos, la mayor potencia de la máquina para empezar a mover la unidad cargada. Si la unidad sale en una primera relación de velocidad, la mantiene durante 4 o 5 segundos y la cabina permanece a la altura del resto de la unidad, indica que está vacío o lleva poco peso, ya que el operador escogió una relación larga de velocidad que permite a la unidad alcanzar una velocidad mayor con menor esfuerzo motriz de la máquina.

V. Los motores diesel modernos (menores a 7 años), permiten un régimen sonoro de marcha inferior a los 70 dB³⁴. Cuando la unidad de carga supera los 70 km/h, el ruido emitido por la unidad es causada principalmente por las llantas al contactar con el pavimento, llegando a alcanzar los 80 dB en unidades de carga vacías, este nivel sonoro es mayor si la unidad circula cargada, ya que las llantas tienen que soportar mayor presión, alcanzando los 90 dB.

Cuando una unidad de carga mantiene una velocidad máxima permitida en una autopista o carretera federal, con un nivel de revoluciones bajo y sonido de 80 dB, indica que va vacío o con poca carga, si el nivel sonoro es mayor, 90 dB o más, y el motor va revolucionado indica que circula cargado (mediciones a 4 metros de distancia de la unidad).

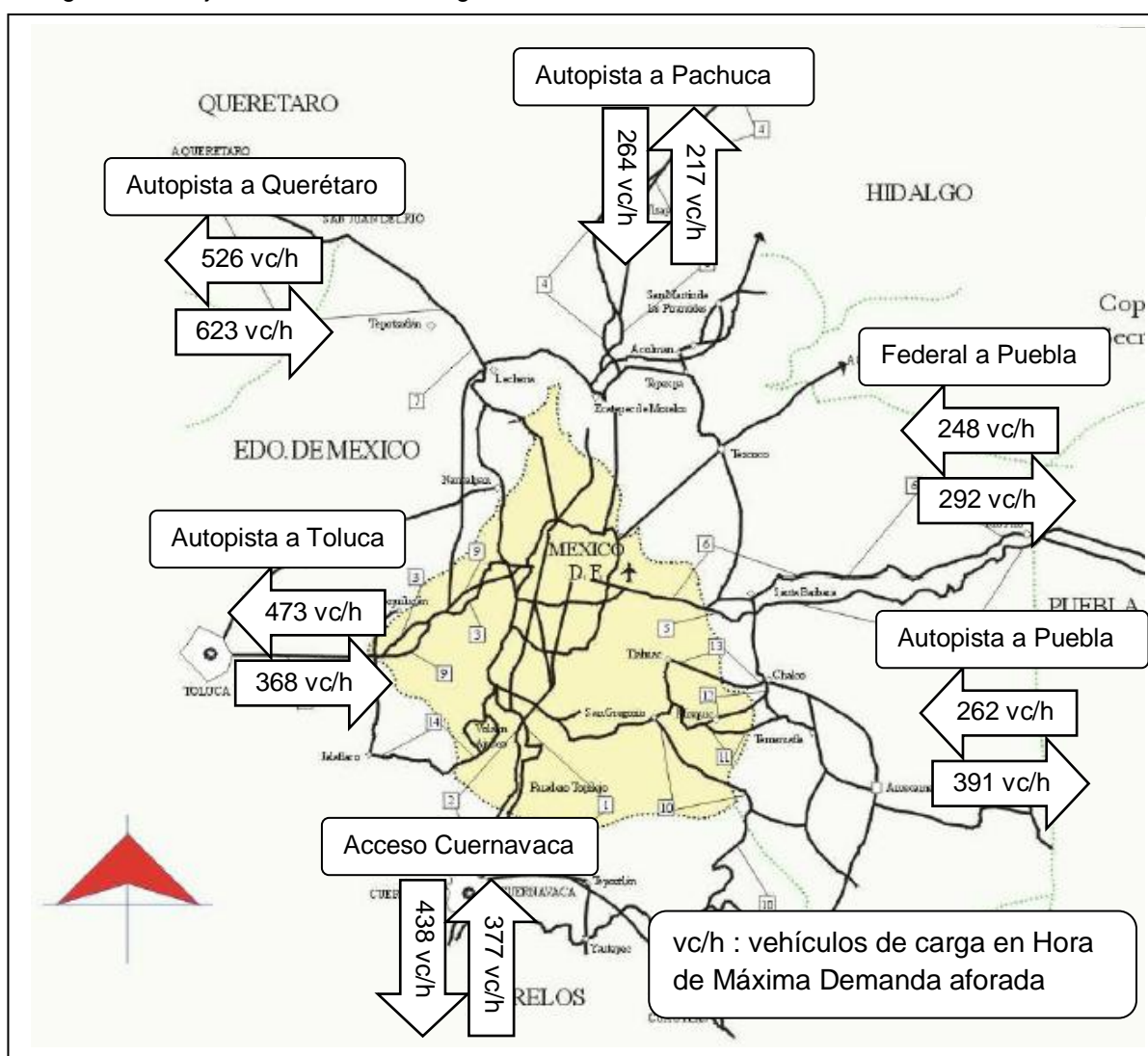
³³ La caja de cambios de un tractocamión tiene desde 9 a 16 relaciones de cambios posibles, utiliza prácticamente todas si circula cargado, pudiendo “saltar” alguna relación si circula vacío o en pendientes favorables de la vía.

³⁴ Decibelio: es la unidad relativa empleada en acústica para expresar la relación entre dos magnitudes acústicas, entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia, es una unidad logarítmica.

3.2 Movilidad del transporte de carga en los accesos carreteros

Para determinar el volumen de vehículos que operan en los seis accesos carreteros al D.F. estudiados, se realizaron cinco horas de aforos matutinos y cinco horas de aforos vespertinos, durante el período de mayor demanda para obtener la hora de máxima demanda (HMD) en cada período de análisis, con esta información se generaron los mapas de flujos de ingreso y de salida de vehículos de carga que se encuentran en la Figura 3.1, en horario matutino y en la Figura 3.2, en horario vespertino.

Figura 3.1. Flujo de vehículos de carga en hora de máxima demanda matutina en accesos al D.F.

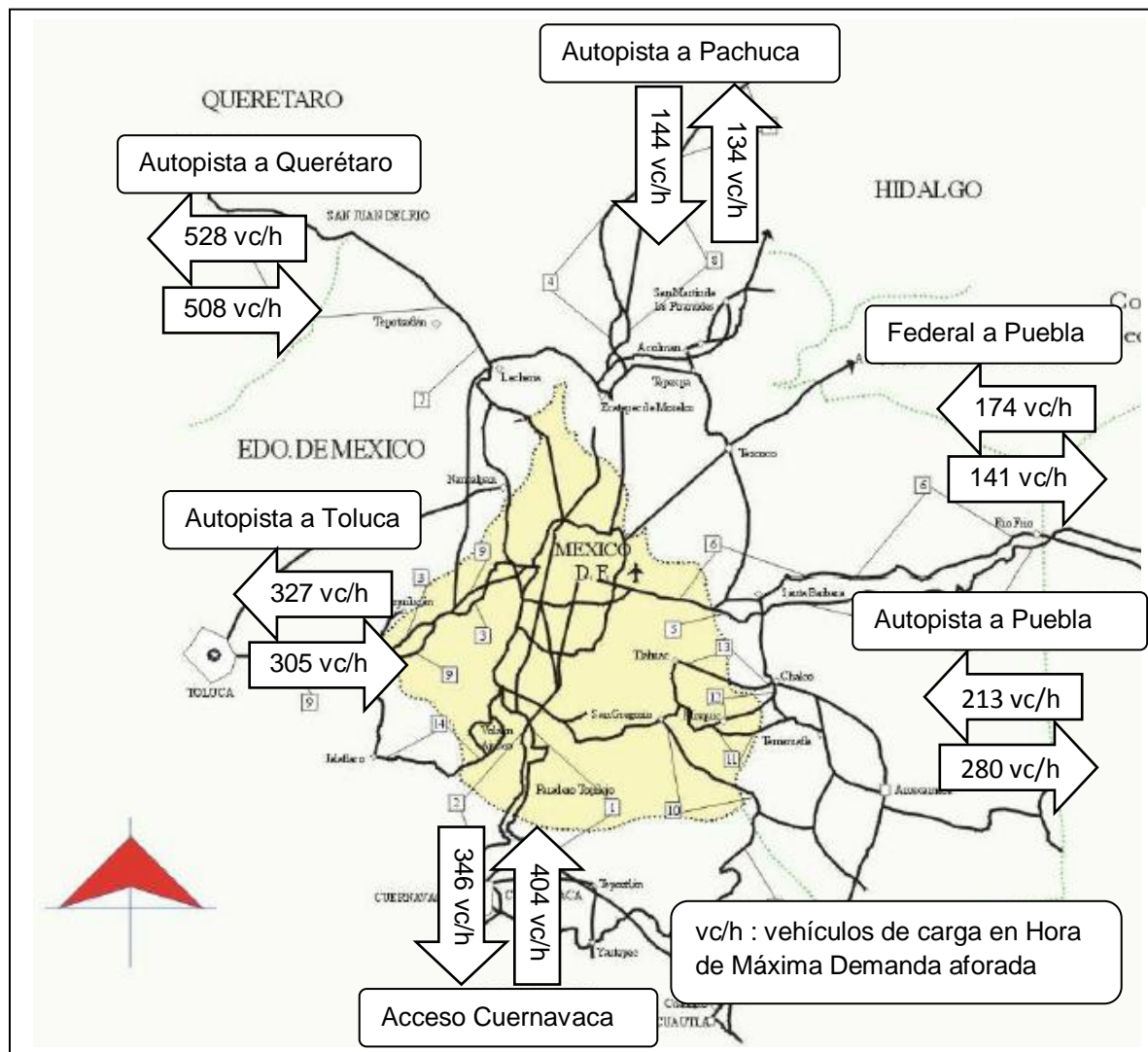


Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

De la Figura 3.1, para la HMD matutina, el acceso carretero de Querétaro es el que presenta una mayor afluencia vehicular de carga, tanto de ingreso como de salida, con 623 vc/h y 526 vc/h respectivamente.

El acceso vehicular que observa menor ingreso, 248 vc/h, es la carretera Federal a Puebla y la autopista a Pachuca es la de menor volumen de salida con 217 vc/h.

Figura 3.2 Flujo de vehículos de carga en hora de máxima demanda vespertina en accesos al D.F.



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

En la Figura 3.2, para la HMD vespertina, el acceso carretero de Querétaro es el que presenta una mayor afluencia vehicular de carga, tanto de ingreso como de salida, con 508 vc/h y 528 vc/h respectivamente.

El acceso por la autopista Pachuca es el que presenta una menor afluencia vehicular de carga, tanto de ingreso como de salida, con 144 vc/h y 134 vc/h respectivamente.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada acceso carretero al D.F., que incluye los datos sobre la condición de carga (vacío o con poca carga, cargado y sobrecarga evidente) para los vehículos registrados, así como el tipo de unidad.

3.2.1 Acceso carretero por Autopista México-Querétaro dirección México

Como ya se mencionó, la autopista México-Querétaro dirección México [Foto 3.3] constituye la vía con mayor flujo de camiones en horario matutino, con un máximo aforado de 623 vehículos de carga/hora (vc/h) según tabla 3.2, y vespertino, con 508 vc/h según la tabla 3.4.

Se observó que los vehículos de carga, en éste acceso a la ciudad, tienen un amplio abanico de materiales que transportan, paquetería, gas, áridos, material de tecnología, alimentos, etc.

Foto 3.3 Autopista México-Querétaro dirección México



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Gráfica 3.1 (página 76), el 43.5 por ciento de los camiones torton (C3) van con evidente sobrecarga en horario matutino, se observó en campo que, en su mayoría, corresponden a empresas hombre-camión, donde el chofer es también el dueño de la unidad, en cambio, en horario vespertino y según la tabla 3.3 el número de torton (C3) sobrecargados es de tan solo el 7.5 por ciento.

Los vehículos vacíos de C3 corresponden a servicios de recolección de residuos urbanos o plataformas.

Los tráiler convencionales T3S2 van en su mayoría cargados, un 21.4 por ciento de ellos presenta sobrecarga evidente en horario matutino [Tabla 3.1], en horario vespertino un 7.3 por ciento presenta sobrecarga [Tabla 3.3].

Los tráiler T3S3 son, en su mayoría, de transporte de áridos, pese a no representar un alto volumen de circulación, 5.8 por ciento del total de unidades de transporte de carga en la mañana [Tabla 3.2], el 27.7 por ciento de estas unidades presenta sobrecarga, en la tarde representan el 1.6 por ciento [Tabla 3.4] y un 25 por ciento presenta sobrecarga.

Los vehículos C2 no presentan sobrecarga evidente, dada su mayor relación potencia/tonelaje y su menor volumen, pareciera que representan el menor impacto al tránsito vial, en cambio, hay que tener en cuenta que son el 40.4 por ciento del total de unidades de carga en la mañana [Tabla 3.2] y el 49.4 en la tarde [Tabla 3.4]. Destacando que en horario matutino el 55 por ciento van cargados y en horario vespertino es el 37.8 por ciento de estas unidades C2, lo que indica que las unidades más pequeñas de transporte de carga (C2) tienen como principal función la distribución de mercancías en áreas cercanas desde la Ciudad de México a los extrarradios, con la tendencia a salir cargados y regresar vacíos.

En la gráfica 3.1 se puede observar una tendencia de entrada de productos a la ciudad en la mañana, ya que predominan las unidades cargadas, y en la gráfica 3.2 se puede observar un equilibrio entre camiones cargados y vacíos en horario vespertino, lo que indica que muchas unidades entran vacías a la ciudad.

Para una empresa embarcadora que frecuenta la ruta México-Querétaro, es posible realizar portes que lleven materia prima como papel y cartón a imprentas de la ciudad,

alimentos como tubérculos, legumbres y hortalizas o material de construcción como cemento y varilla en la mañana para poder descargar y abastecer los mercados de la ciudad y de regreso transportar materiales manufacturados, principalmente de papel y cartón, vidrio o fundición de hierro y acero.

Una empresa embarcadora especializada en transportes frigoríficos para transportar leche y productos perecederos, tiene menores posibilidades de encontrar un porte de retorno, ya que la ciudad no genera importantes flujos de este tipo de productos.

En horario matutino las unidades de carga representan el 11.54 por ciento del total del flujo vial, 623 unidades de carga en un flujo total de 5400 vehículos a la hora en 6 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 7.36 por ciento del total del flujo vial, 508 unidades de carga en un flujo total de 6900 vehículos a la hora en 5 carriles. A partir de las 14:00 horas se habilita un carril adicional para facilitar la salida del flujo vehicular de la capital, reduciendo el número de carriles de entrada al D.F. de 6 a 5 carriles.

3.2.1.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 28 de septiembre de 2010:

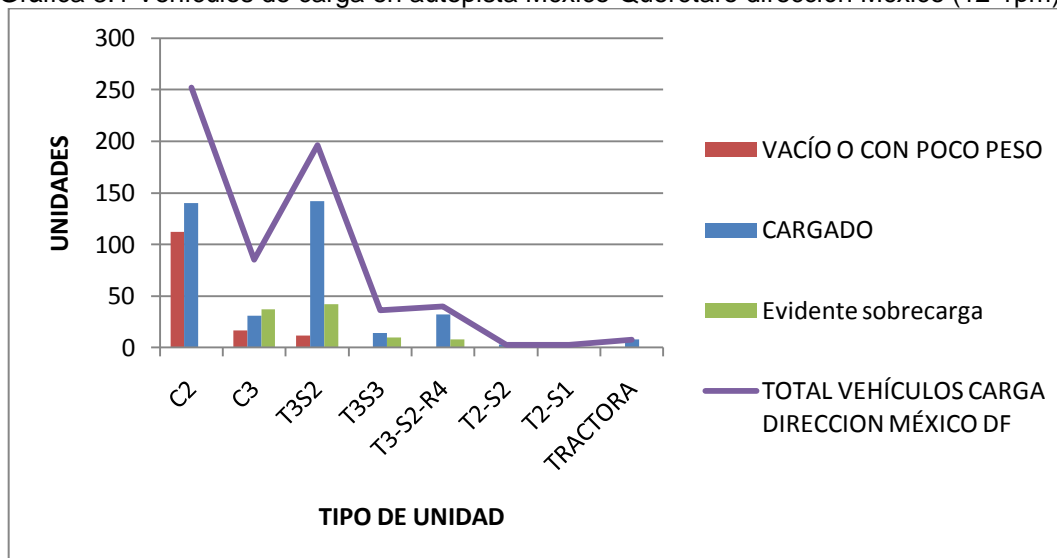
Tabla 3.1 Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección México (12-1pm)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	112	140	0
C3	17	31	37
T3S2	12	142	42
T3S3	11	14	11
T3-S2-R4	0	32	8
T2-S1	0	3	0
T2-S2	0	3	0
TRACTORA	8	-	-
Total	160	365	98
Flujo (veh/h)	5400		
Nº Carriles	6		

Tabla 3.2 Total vehículos carga en aut. México-Querétaro dirección México (12-1 pm)

Horario 12:00-1:00 PM	Unidades	Porcentaje	Total
C2	252	40.4	623
C3	85	13.6	
T3S2	196	31.5	
T3S3	36	5.8	
T3-S2-R4	40	6.4	
T2-S2	3	0.5	
T2-S1	3	0.5	
TRACTORA	8	1.3	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MÉXICO DF			

Gráfica 3.1 Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección México (12-1pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.1.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

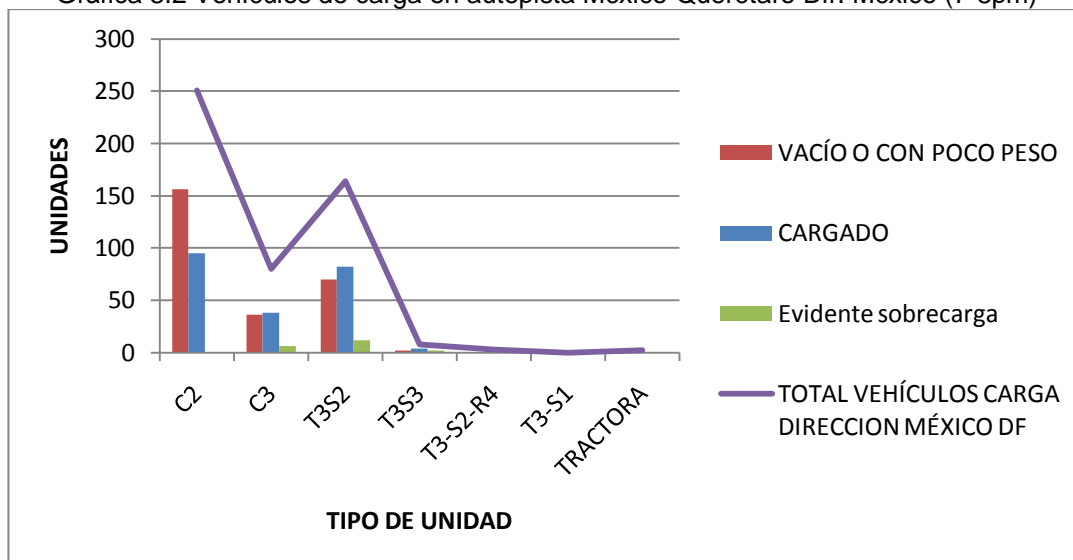
Tabla 3.3 Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección México (7-8pm)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	156	95	0
C3	36	38	6
T3S2	70	82	12
T3S3	2	4	2
T3-S2-R4	0	3	0
T3-S1	0	0	0
TRACTORA	2	0	0
Total	266	222	20
Flujo (veh/h)	6900		
Nº Carriles	5		

Tabla 3.4 Total vehículos carga en aut. México-Querétaro dirección México (7-8pm)

Horario 7:00-8:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MÉXICO DF	C2	251	49.4	508
	C3	80	15.7	
	T3S2	164	32.3	
	T3S3	8	1.6	
	T3-S2-R4	3	0.6	
	T3-S1	0	0.0	
	TRACTORA	2	0.4	

Gráfica 3.2 Vehículos de carga en autopista México-Querétaro Dir. México (7-8pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.2 Acceso carretero por Autopista México-Querétaro, dirección Querétaro

La autopista México-Querétaro dirección Querétaro [Foto 3.4], refleja una tendencia de salida de mercancías de la Ciudad de México según la Gráfica 3.3 en horario matutino, en cambio, en horario vespertino la tendencia es mayoritariamente de unidades vacías, Gráfica 3.4.

Fotos 3.4 Autopista México-Querétaro dirección Querétaro



Fuente: Elaboración propia.

El 33.2 por ciento de las unidades circulan vacías o con poco peso en horario matutino [Tabla 3.5], en horario vespertino son el 62.3 por ciento las unidades que circulan vacías [Tabla 3.7].

En el caso de los camiones C3, en la Tabla 3.5 (página 79) podemos observar que el 2.4 por ciento de los camiones van sobrecargados en horario matutino y un 2.2 por ciento van sobrecargados en horario vespertino, Tabla 3.7.

El mayor porcentaje de camiones sobrecargados lo representan los camiones T3S2 con un 5.7 por ciento del total de estas unidades en la mañana [Tabla 3.5] y un 2.4 por ciento en la tarde [Tabla 3.7].

En horario matutino las unidades de carga representan el 9.06 por ciento del total del flujo vial, 526 unidades de carga en un flujo total de 5800 vehículos a la hora en 4 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 10.35 por ciento del total del flujo vial, 528 unidades de carga en un flujo total de 5100 vehículos a la hora en 5 carriles.

De la observación en campo:

- El 15 por ciento de los vehículos C2 cargados son de transporte de gas.
- El 10 por ciento de los C3 cargados son de transporte de material de reciclaje.
- El 60 por ciento de los T3-S2-R4 cargados son unidades de transporte de contenedores, generalmente, provienen de la estación intermodal Pantaco.
- Para los T3-S2-R4 que circulan vacíos, el 60 por ciento son unidades de transporte de mercancías peligrosas.

3.2.2.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 28 de septiembre de 2010:

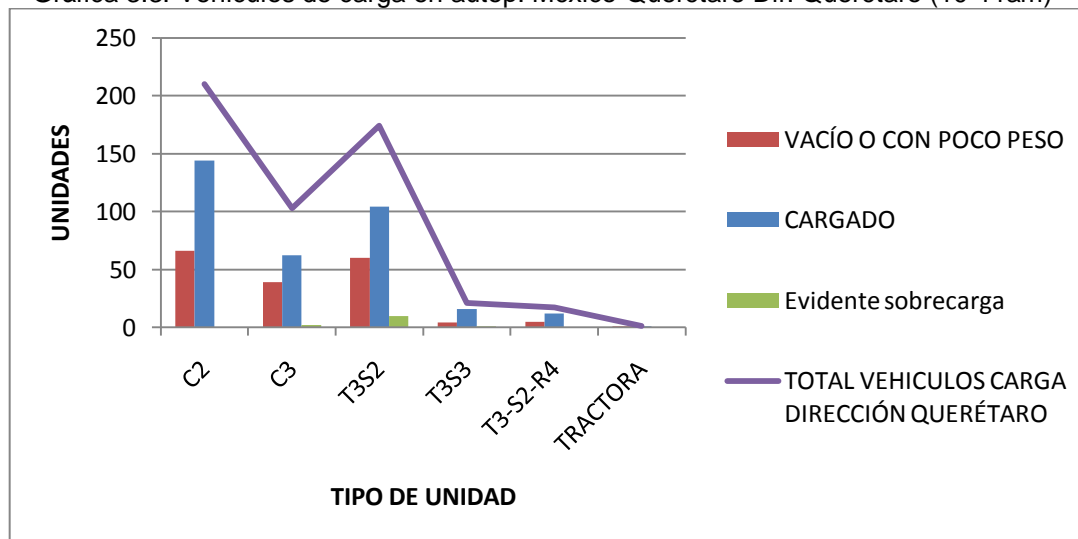
Tabla 3.5. Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección Querétaro (10-11am)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	66	144	0
C3	39	62	2
T3S2	60	104	10
T3S3	4	16	1
T3-S2-R4	5	12	0
TRACTORA	1	1	0
Total	175	339	13
Flujo (veh/h)	5800		
Nº Carriles	4		

Tabla 3.6. Total vehículos carga en aut. México-Querétaro dirección Querétaro (10-11am)

Horario 10:00-11:00 AM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHICULOS CARGA DIRECCIÓN QUERÉTARO	C2	210	39.9	526
	C3	103	19.6	
	T3S2	174	33.1	
	T3S3	21	4.0	
	T3-S2-R4	17	3.2	
	TRACTORA	1	0.2	

Gráfica 3.3. Vehículos de carga en autop. México-Querétaro Dir. Querétaro (10-11am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.2.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

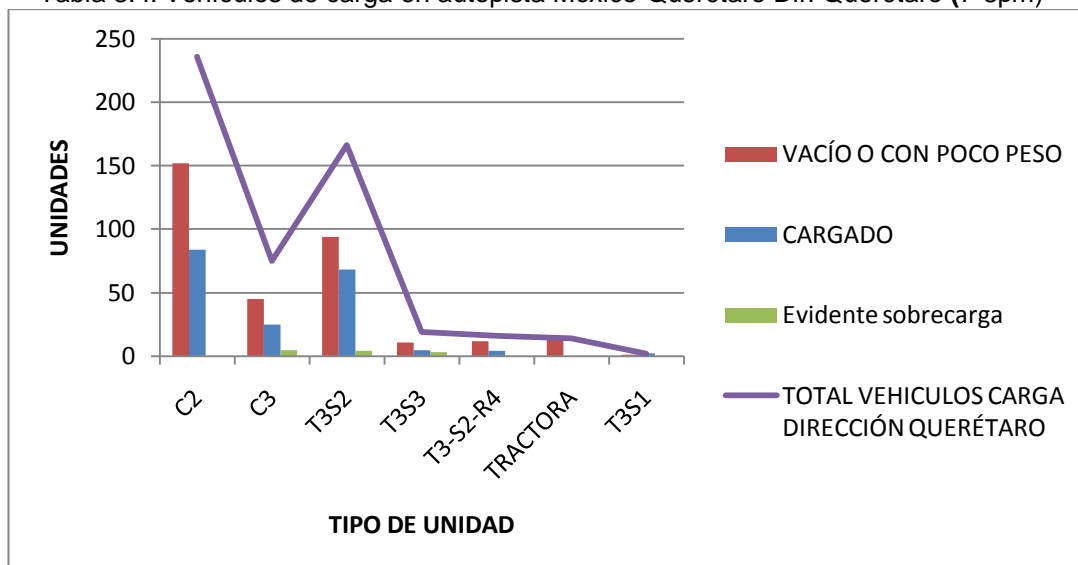
Tabla 3.7. Vehículos de carga en autopista México-Querétaro dirección Querétaro (7-8pm)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	152	84	0
C3	45	25	5
T3S2	94	68	4
T3S3	11	5	3
T3-S2-R4	12	4	0
TRACTORA	14	0	0
T3-S1	0	2	0
Total	328	188	12
Flujo (veh/h)	5100		
Nº Carriles	5		

Tabla 3.8. Total vehículos carga en aut. México-Querétaro dirección Querétaro (7-8pm)

Horario 7:00-8:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHICULOS CARGA DIRECCIÓN QUERÉTARO	C2	236	44.7	528
	C3	75	14.2	
	T3S2	166	31.4	
	T3S3	19	3.6	
	T3-S2-R4	16	3.0	
	TRACTORA	14	2.7	
	T3-S1	2	0.4	

Tabla 3.4. Vehículos de carga en autopista México-Querétaro Dir. Querétaro (7-8pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.3 Acceso por la carretera Federal México-Puebla en dirección México

La carretera Federal México-Puebla [Foto 3.5] tiene un marcado carácter “local”, ya que el mayor tipo de transporte de carga observado es de pipas de agua [Foto 3.6], material de construcción [Foto 3.7], basura [Foto 3.8] y chatarra [Foto 3.9].

Foto 3.5 Carretera Federal México-Puebla dirección México



Foto 3.6 Camión T3-S2 pipa de agua

Foto 3.7 Camión T3-S3 de agregados para construcción

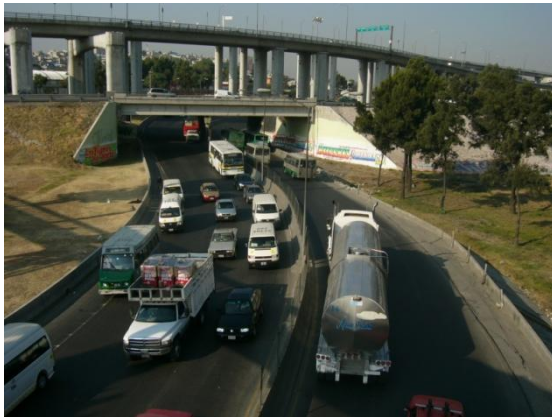


Foto 3.8 Camión T3-S2 de residuos sólidos urbanos

Foto 3.9 Camión T2 de transporte de chatarra



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 3.9, van cargados el 94 por ciento de los camiones C3 y el 68.3 por ciento de los camiones T3S2, salvo los C2 y los T3-S2-R4, predominan los camiones cargados en horario matutino. En horario vespertino, según la Tabla 3.11,

van cargados el 76 por ciento de los camiones C3, el 82.7 por ciento de los camiones T3S2 y el 70.5 por ciento de los T3S3, salvo los C2 predominan los camiones cargados.

La vía no está sometida a grandes sobrecargas de las unidades, ya que el mayor porcentaje de sobrecargados lo representa las unidades T3S3, que son el 14.3 por ciento del total de estas unidades en horario matutino y el 11.7 por ciento de estas unidades en horario vespertino.

Es de destacar que el 54.8 por ciento de los vehículos son unidades pequeñas C2 en horario matutino, por lo que predomina el transporte en pequeñas cantidades y un 32.2 en horario vespertino.

En horario matutino las unidades de carga representan el 8.26 por ciento del total del flujo vial, 248 unidades de carga en un flujo total de 3000 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 5.8 por ciento del total del flujo vial, 174 unidades de carga en un flujo total de 3000 vehículos a la hora en 3 carriles.

De la información en campo, observamos:

- De los camiones cargados C2, el 15 por ciento son pipas de agua, el 10 por ciento son de gas licuado a presión y el resto, el 75 por ciento, es de carga en general.
- El 20 por ciento de los camiones cargados C3 son pipas de agua [Foto 3.10] y otro 20 por ciento son de transporte de carga de áridos o escombros [Foto 3.11].

Foto 3.10 Camión C3 pipa de agua



Foto 3.11 Camión C3 de volteo



Fuente: Elaboración propia.

- Un 40 por ciento de los T3S2 que entran al DF cargados son de volteo con grava blanca.

3.2.3.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 19 de octubre de 2010:

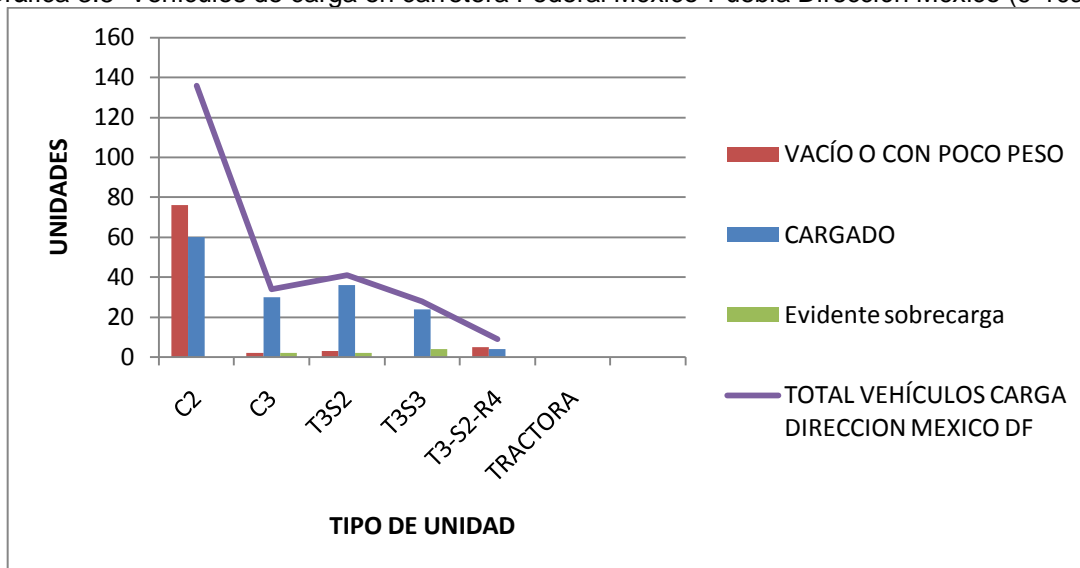
Tabla 3.9 Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (9-10am)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	76	60	0
C3	2	30	2
T3S2	3	36	2
T3S3	0	24	4
T3-S2-R4	5	4	0
Total	86	154	8
Flujo (veh/h)	3000		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.10 Total de vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (9-10am)

Horario: 9:00-10:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	136	54.8	248
	C3	34	13.7	
	T3S2	41	16.5	
	T3S3	28	11.3	
	T3-S2-R4	9	3.6	

Gráfica 3.5 Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla Dirección México (9-10am)



Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.3.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

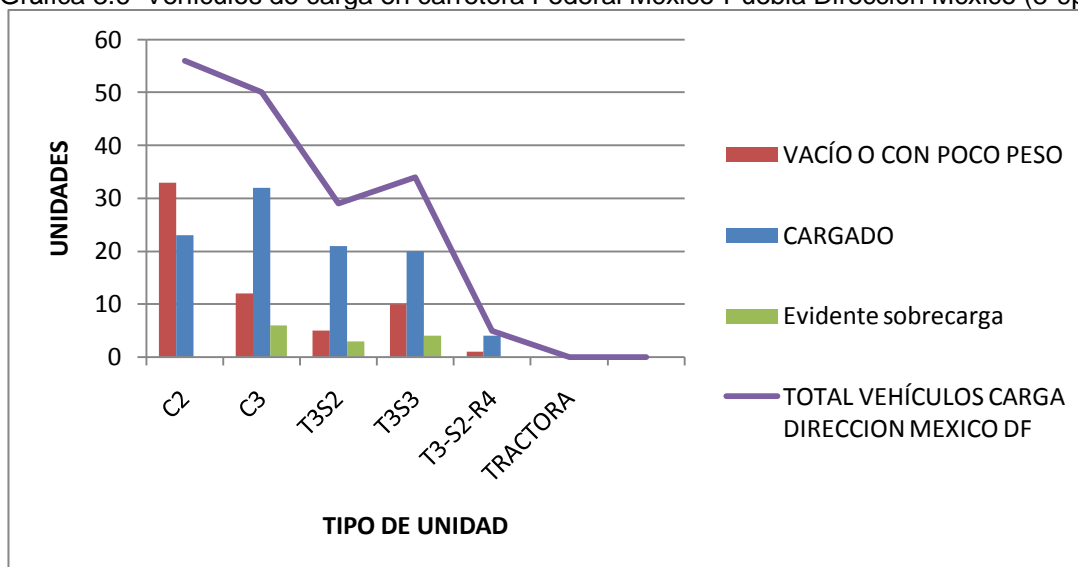
Tabla 3.11. Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección México (8-9pm)

Tipo de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	33	23	0
C3	12	32	6
T3S2	5	21	3
T3S3	10	20	4
T3-S2-R4	1	4	0
T2-S2	0	0	0
Total	61	100	13
FLUJO (veh/h)	3000		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.12. Total vehículos carga Federal México-Puebla dirección México (8-9pm)

Horario 8:00-9:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	56	32.2	174
	C3	50	28.7	
	T3S2	29	16.7	
	T3S3	34	19.5	
	T3-S2-R4	5	2.9	
	T2-S2	0	0.0	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.6 Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla Dirección México (8-9pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.4 Acceso por la carretera Federal México-Puebla dirección Puebla

Para la carretera Federal México-Puebla dirección Puebla [Foto 3.12], según la Gráfica 3.7 (página 89), en todos los tipos de unidades de transporte de carga, predominan los vehículos vacíos o con poco peso. Destacando las unidades C2 con un 66.8 por ciento del total y las unidades C3 con un 20.5 por ciento del total en horario matutino [Tablas 3.13 y 3.14].

Foto 3.12 Carretera Federal México-Puebla dirección Puebla



Fuente: Elaboración propia.

Según la Gráfica 3.8, solo en las unidades C3 predominan los vehículos cargados, con un 58.6 por ciento [Tabla 3.15], en el resto las unidades predominan las vacías, en horario vespertino, donde la cantidad de unidades en mayor número son los C2 con 44.7 por ciento del total y el 20.6 por ciento son C3 del total de las unidades [Tabla 3.16].

La cantidad de camiones sobrecargados es muy reducida, 6 unidades en total de los diferentes tipos en horario matutino y 3 en horario vespertino, destacan los C2 con chatarra y los T3S2 con residuos sólidos urbanos dirección Bordo Poniente.

En horario matutino las unidades de carga representan el 12.8 por ciento del total del flujo vial, 292 unidades de carga en un flujo total de 2280 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 3.91 por ciento del total del flujo vial, 141 unidades de carga en un flujo total de 3600 vehículos a la hora en 3 carriles.

De la observación en campo:

- Un 10 por ciento de los camiones vacíos C2, y un 20 por ciento de los C3, son pipas de agua potable.

- El 40 por ciento del total de los T3S2 son de carga de agregados para la construcción que van vacíos, otro 30 por ciento van cargados de escombros y un 5 por ciento llevan residuos sólidos urbanos con dirección a Bordo Poniente.
- De los T3S3 que salen vacíos de la ciudad, el 45 por ciento son de volteo [Foto 3.13] y un 35 por ciento de transporte de agua [Foto 3.14].

Foto 3.13 Camión T3-S3 de agregados para construcción



Foto 3.14 Camión T3-S3 pipa de agua



Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 19 de octubre de 2010:

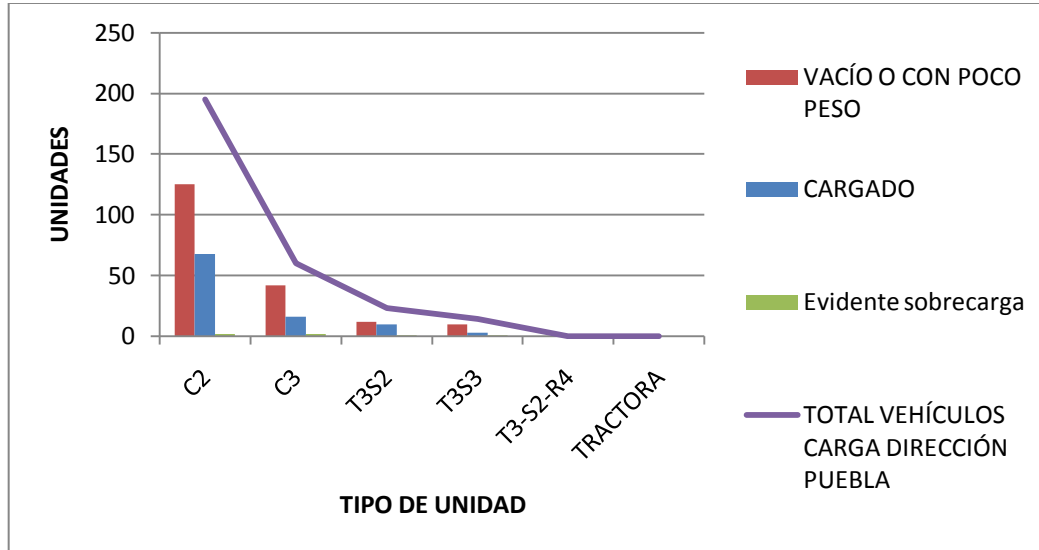
Tabla 3.13. Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (9-10am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	125	68	2
C3	42	16	2
T3S2	12	10	1
T3S3	10	3	1
T3-S2-R4	0	0	0
Total	189	97	6
FLUJO (veh/h)	2280		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.14. Total de vehículos de carga en la carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (9-10am)

Horario: 9:00-10:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PUEBLA	C2	195	66.8	292
	C3	60	20.5	
	T3S2	23	7.9	
	T3S3	14	4.8	
	T3-S2-R4	0	0.0	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.7. Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla Dirección Puebla (9-10am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.4.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

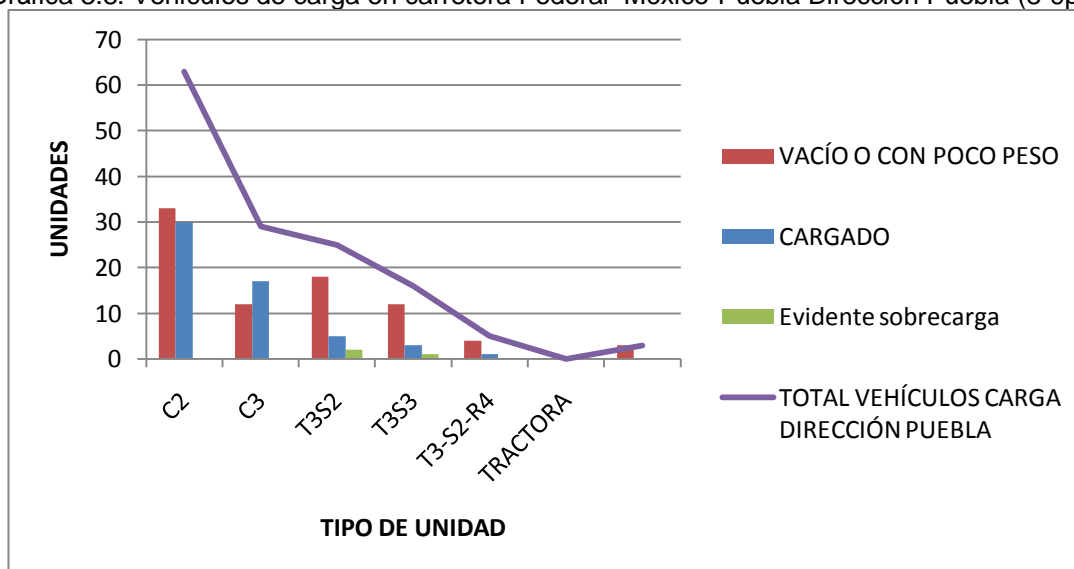
Tabla 3.15. Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla dirección Puebla (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	33	30	0
C3	12	17	0
T3S2	18	5	2
T3S3	12	3	1
T3-S2-R4	4	1	0
T2-S2	0	0	0
TRACTORA	3	0	0
Total	82	56	3
FLUJO (veh/h)	3600		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.16. Total vehículos de carga Federal México-Puebla dirección Puebla (8-9pm)

TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PUEBLA	C2	63	44.7	141
	C3	29	20.6	
	T3S2	25	17.7	
	T3S3	16	11.3	
	T3-S2-R4	5	3.5	
	T2-S2	0	0.0	
	TRACTORA	3	2.1	

Gráfica 3.8. Vehículos de carga en carretera Federal México-Puebla Dirección Puebla (8-9pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.5 Acceso carretero por Autopista México-Puebla dirección México

En la autopista México-Puebla [Foto 3.15], según la gráfica 3.9 (página 93), al igual que la carretera Federal México-Puebla, predomina la entrada de vehículos cargados al D.F. Destacando en número de unidades el tipo C2 con un 52.7 por ciento, y T3S2 con un 26.3 por ciento en horario matutino [Tablas 3.17 y 3.18], en cambio, en horario vespertino, según la gráfica 3.10, predominan los vehículos vacíos o con poco peso, destacando la cantidad de C2 con 68.1 por ciento y C3 con 19.1 por ciento del total vespertino [Tablas 3.19 y 3.20].

Foto 3.15 Autopista México-Puebla dirección México



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de unidades sobrecargadas T3S2, con un 7.25 por ciento en la mañana [Tabla 3.17] y un 8.7 por ciento en la tarde [Tabla 3.19], de esas unidades.

En horario matutino las unidades de carga representan el 6.24 por ciento del total del flujo vial, 262 unidades de carga en un flujo total de 4200 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 8.87 por ciento del total del flujo vial, 213 unidades de carga en un flujo total de 2400 vehículos a la hora en 3 carriles.

De los datos observados en campo:

- Un 30 por ciento de los T3-S2 son de volteo cargados con grava.
- Una media de 4 torton C3, pipas de combustible de Pemex [Foto 3.16], entran a la ciudad cargados a la hora en horario matutino, lo que representa un 14.8 por ciento del total de estas unidades aforadas en máxima demanda.

Foto 3.16 Camión C3 pipa de combustible



Fuente: Elaboración propia.

- De los camiones vacíos C3 que entran al D.F. el 15 por ciento son de volteo.

3.2.5.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 19 de octubre de 2010:

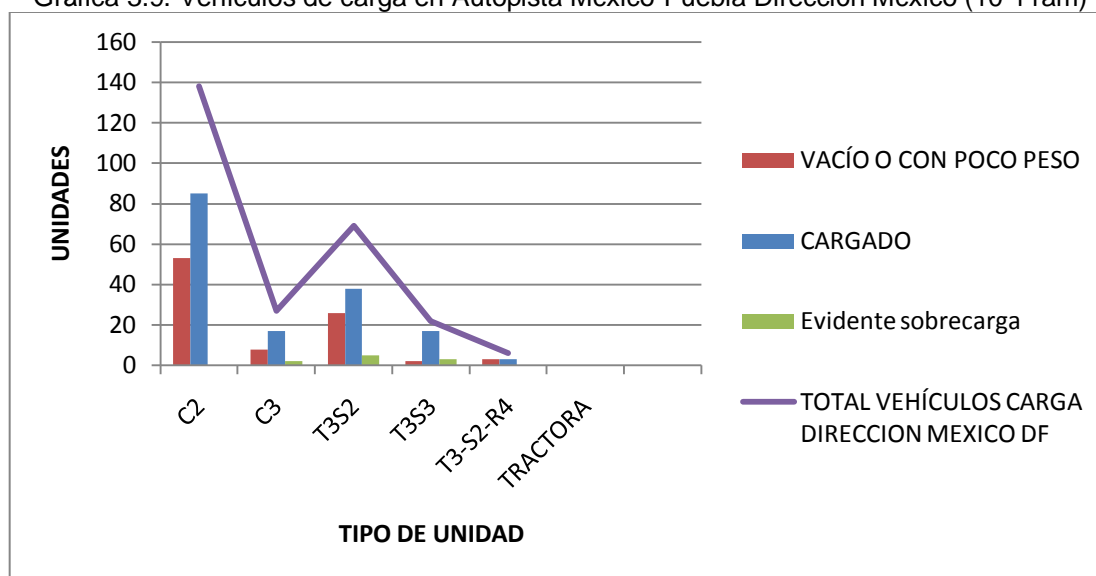
Tabla 3.17. Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (10-11am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	53	85	0
C3	8	17	2
T3S2	26	38	5
T3S3	2	17	3
T3-S2-R4	3	3	0
Total	92	160	10
FLUJO (veh/h)	2200		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.18. Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (10-11am)

Horario 10:00-11:00AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL	C2	138	52.7	262
VEHÍCULOS	C3	27	10.3	
CARGA	T3S2	69	26.3	
DIRECCION	T3S3	22	8.4	
MEXICO DF	T3-S2-R4	6	2.3	

Gráfica 3.9. Vehículos de carga en Autopista México-Puebla Dirección México (10-11am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.5.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

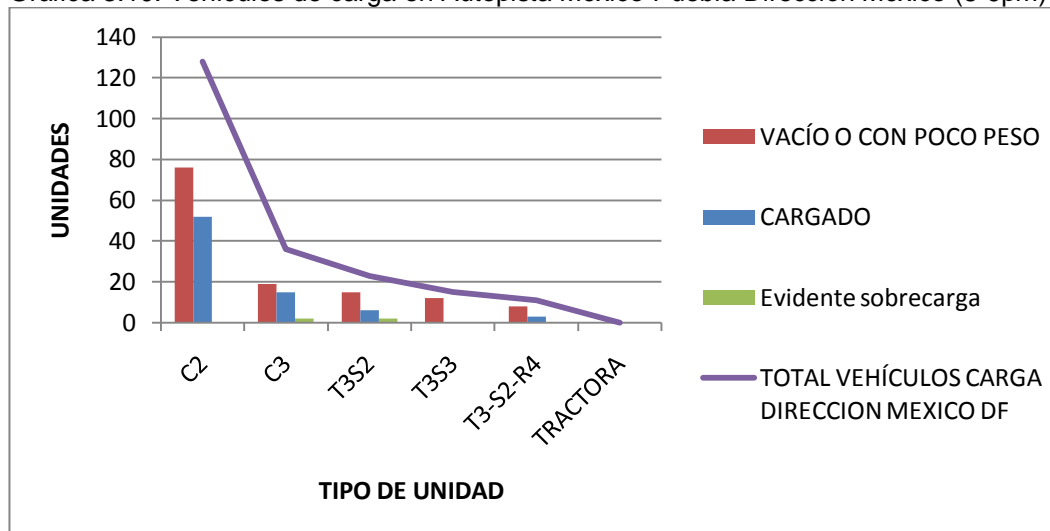
Tabla 3.19. Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	76	52	0
C3	19	15	2
T3S2	15	6	2
T3S3	15	0	0
T3-S2-R4	8	3	0
Total	133	76	4
FLUJO (veh/h)	2400		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.20. Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección México (8-9pm)

Horario 8:00-9:00PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	128	68.1	213
	C3	36	19.1	
	T3S2	23	12.2	
	T3S3	15	8.0	
	T3-S2-R4	11	5.9	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.10. Vehículos de carga en Autopista México-Puebla Dirección México (8-9pm)

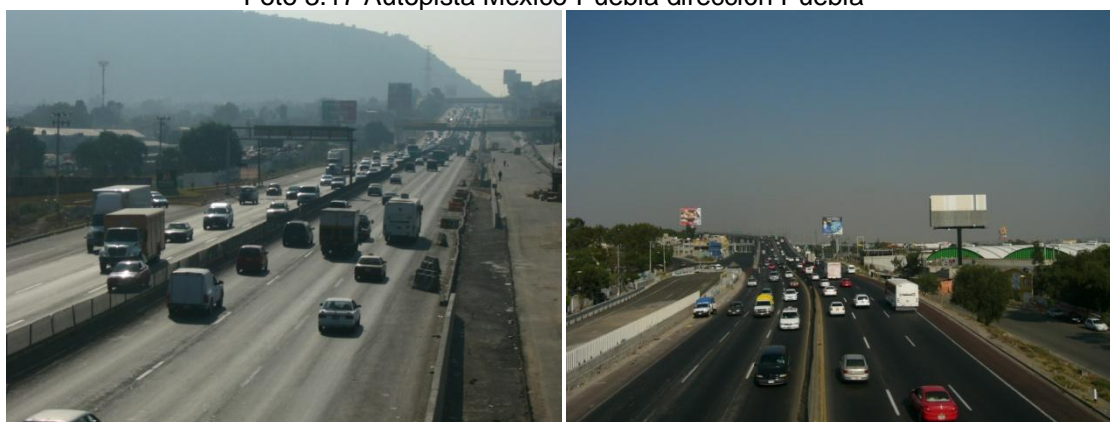


Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.6 Acceso carretero por Autopista México-Puebla dirección Puebla

En la autopista México-Puebla, dirección Puebla, [Foto 3.17], la cantidad máxima de vehículos de carga/hora son 391 vehículos en la mañana y 280 vehículos en la tarde.

Foto 3.17 Autopista México-Puebla dirección Puebla



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Gráfica 3.11 (página 97), predominan las unidades C2 y C3, con un 39.9 y un 37.1 por ciento respectivamente del total de unidades en horario matutino [Tablas 3.21 y 3.22] y un 51.1 y 24.6 por ciento respectivamente en horario vespertino [Tablas 3.23 y 3.24].

Las unidades C2 tienen una tendencia a circular vacías o con poco peso, ya que en horario matutino van en esta condición el 62.1 por ciento [Tabla 3.21] y en horario vespertino el 71.3 por ciento [Tabla 3.23].

Es destacable que las unidades C3 van cargadas en un 58.6 por ciento, y con sobrecarga en un 15.2 por ciento del total de estas unidades en horario matutino [Tabla 3.21], en cambio, van cargadas en un 37 por ciento y con sobrecarga en un 13 por ciento en horario vespertino [Tabla 3.23].

Las unidades T3S2 salen cargadas de la ciudad en un 54.8 por ciento en la mañana [Tabla 3.21] y en un 81 por ciento en la tarde [Tabla 3.23].

En horario matutino las unidades de carga representan el 10.71 por ciento del total del flujo vial, 391 unidades de carga en un flujo total de 3650 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 6.66 por ciento del total del flujo vial, 280 unidades de carga en un flujo total de 4200 vehículos a la hora en 3 carriles.

Según los datos observados en campo:

- De los camiones C2 cargados un 10 por ciento transportan gas licuado a presión [Foto 3.18] y de los C2 vacíos, un 5 por ciento son pipas de agua.

Foto 3.18 Camión C2 de transporte de gas



Fuente: Elaboración propia.

- El 25 por ciento del total de C3 son de volteo que sacan escombros, muchas de estas unidades con sobrecarga, [Foto 3.19].

Foto 3.19 Camión C3 de volteo cargado



Fuente: Elaboración propia.

- Los camiones C3 vacíos son en su mayoría de caja abierta con redilas, para transporte general de carga.
- En el caso de T3S2 son el 15 por ciento de volteo con escombros y presentan también aparente sobrecarga en varias de las unidades, un 5 por ciento de estas unidades cargan residuos sólidos urbanos hacia Bordo Poniente, y más de un 20 por ciento transportan paquetería, dado que por seguridad y rapidez utilizan la autopista.

3.2.6.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 19 de octubre de 2010:

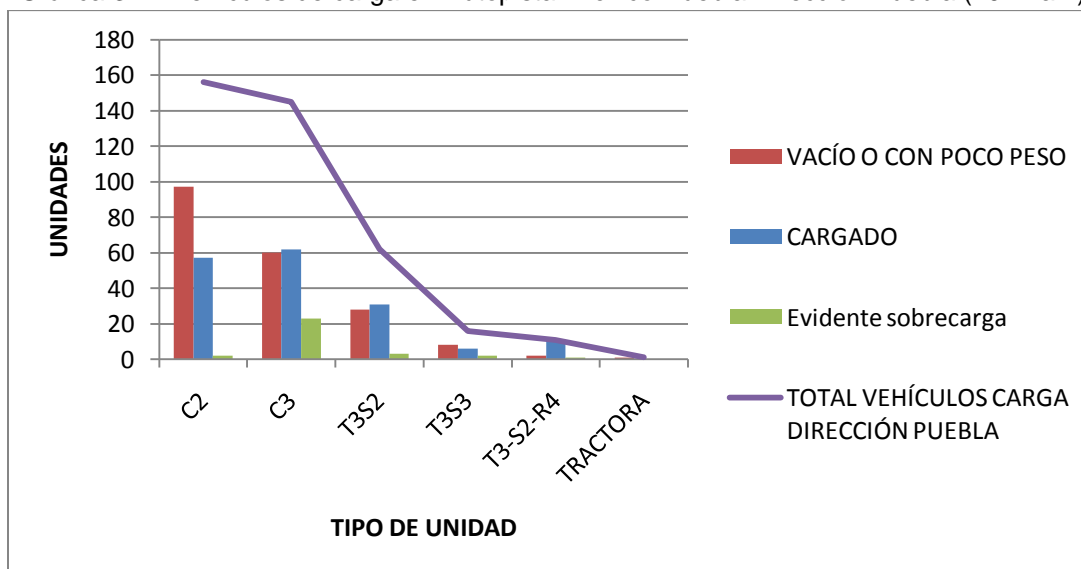
Tabla 3.21 Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (10-11am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	97	57	2
C3	60	62	23
T3S2	28	31	3
T3S3	8	6	2
T3-S2-R4	1	10	0
TRACTORA	1	-	-
Total	195	166	30
FLUJO (veh/h)	3650		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.22 Total de vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (10-11am)

Horario: 10:00-11:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PUEBLA	C2	156	39.9	391
	C3	145	37.1	
	T3S2	62	15.9	
	T3S3	16	4.1	
	T3-S2-R4	11	2.8	
	TRACTORA	1	0.3	

Gráfica 3.11 Vehículos de carga en Autopista México-Puebla Dirección Puebla (10-11am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.6.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

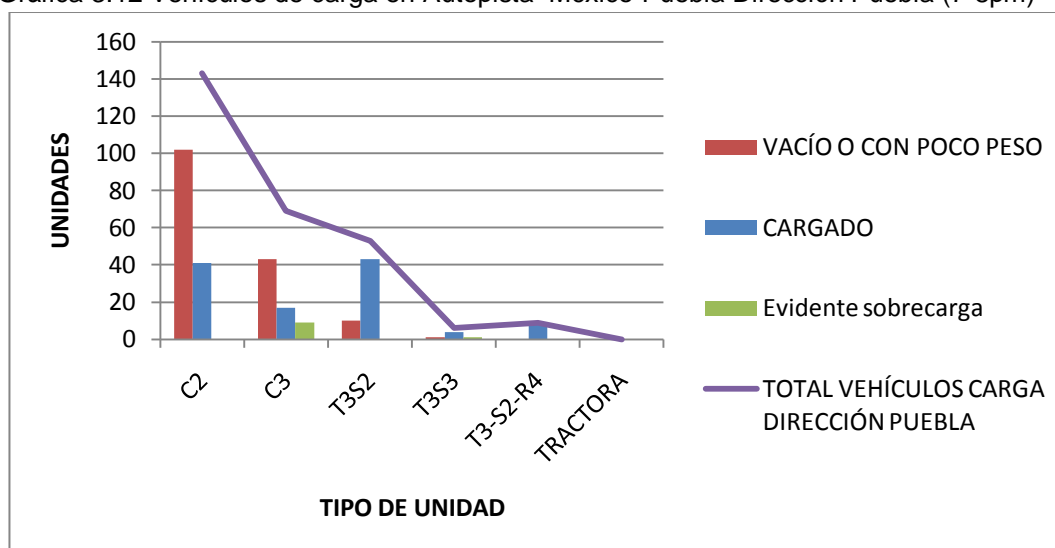
Tabla 3.23 Vehículos de carga en Autopista México-Puebla dirección Puebla (7-8pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	102	41	0
C3	43	17	9
T3S2	10	43	0
T3S3	1	4	1
T3-S2-R4	0	9	0
TRACTORA	0	-	-
Total	156	114	10
FLUJO (veh/h)	4200		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.24 Total de vehículos de carga Autopista México-Puebla dirección Puebla (7-8pm)

Horario 7:00-8:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PUEBLA	C2	143	51.1	280
	C3	69	24.6	
	T3S2	53	18.9	
	T3S3	6	2.1	
	T3-S2-R4	9	3.2	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.12 Vehículos de carga en Autopista México-Puebla Dirección Puebla (7-8pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.7 Acceso carretero por Autopista México-Pachuca dirección México

La Autopista México-Pachuca dirección México, [Foto 3.20], según las Gráficas 3.13 y 3.14 (pág. 100 y 101 respectivamente), observamos un destacado tránsito de vehículos C2, el 87.5 por ciento de los vehículos de carga son C2, le siguen los vehículos C3 y T3S2 con porcentajes menores al 10 por ciento en horario matutino [Tabla 3.25 y 3.26], y el 72.2 por ciento de unidades C2 seguido por vehículos C3 y T3S2 con valores menores al 10 por ciento en horario vespertino [Tablas 3.27 y 3.28].

No se observa aparente sobrecarga, solo una unidad de C3 en la mañana.

Foto 3.20 Autopista México-Pachuca dirección México



Fuente: Elaboración propia.

En horario matutino las unidades de carga representan el 5.74 por ciento del total del flujo vial, 264 unidades de carga en un flujo total de 4600 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 6.05 por ciento del total del flujo vial, 144 unidades de carga en un flujo total de 2380 vehículos a la hora en 3 carriles.

3.2.7.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 28 de octubre de 2010:

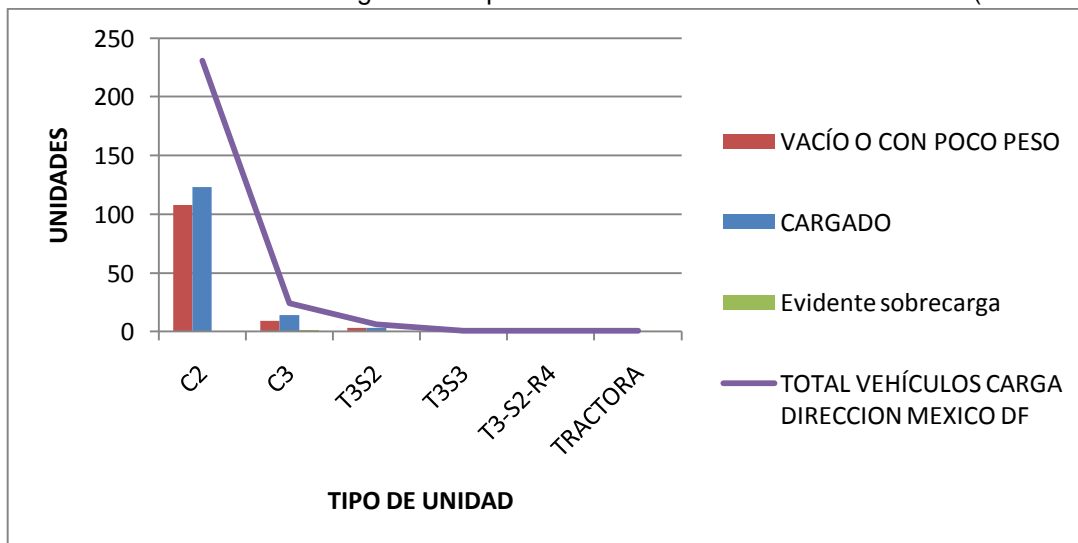
Tabla 3.25 Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (11am-12pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	108	123	0
C3	9	14	1
T3S2	3	3	0
T3S3	0	1	0
T3-S2-R4	1	0	0
TRACTORA	1	-	-
Total	122	141	1
FLUJO (veh/h)	4600		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.26 Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (11am-12pm)

Horario 11:00 AM-12:00 PM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	231	87.5	264
	C3	24	9.1	
	T3S2	6	2.3	
	T3S3	1	0.4	
	T3-S2-R4	1	0.4	
	TRACTORA	1	0.4	

Gráfica 3.13. Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca Dirección México (11am-12pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.7.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

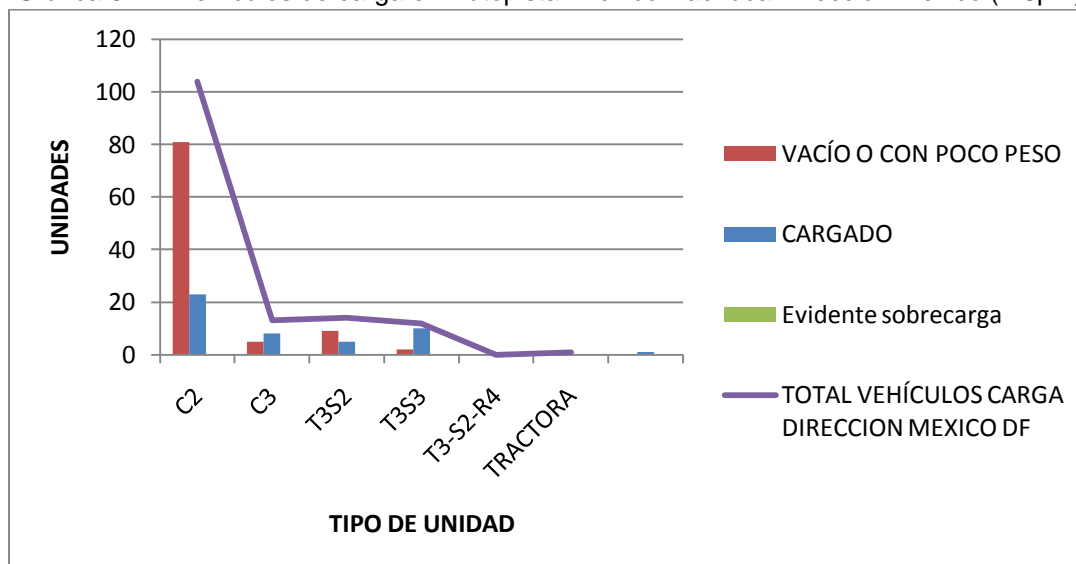
Tabla 3.27 Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (7-8pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	81	23	0
C3	5	8	0
T3S2	9	5	0
T3S3	2	10	0
T3-S2-R4	0	0	0
T3-S1	0	0	0
TRACTORA	0	1	0
Total	97	47	0
FLUJO (veh/h)	2380		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.28 Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección México (7-8pm)

Horario 7:00-8:00 PM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	104	72.2	144
	C3	13	9.0	
	T3S2	14	9.7	
	T3S3	12	8.3	
	T3-S2-R4	0	0.0	
	TRACTORA	1	0.7	

Gráfica 3.14. Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca Dirección México (7-8pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.8 Acceso carretero por Autopista México-Pachuca dirección Pachuca

En la Autopista México-Pachuca dirección Pachuca [Foto 3.21], según la tabla 3.30 y 3.32 (pag. 103 y 104) se observa poco tránsito de vehículos de carga, 217 vehículos de carga/hora en la mañana y 134 vehículos de carga/hora en la tarde.

Foto 3.21 Autopista México-Pachuca dirección Pachuca



Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 3.30 y 3.32, el 73.7 por ciento de los vehículos de carga que circulan en la mañana y el 65.7 por ciento de los que circulan en la tarde son C2, la cantidad de C3 es de un 14.3 por ciento en la mañana y de un 14.2 por ciento en la tarde, de ellos un 90.3 por ciento van cargados en la mañana y un 36.8 por ciento van cargados en la tarde [Tablas 3.29 y 3.31], lo que indica una tendencia, en estas unidades, a transportar mercancías provenientes de la ciudad en horario matutino.

En las unidades T3S2, la tendencia es a la inversa, ya que salen vacíos en la mañana y cargados en la tarde. En la mañana representan un 8.8 por ciento del total de unidades de carga [Tabla 3.30] y van cargados un 23.6 por ciento [Tabla 3.29], en cambio, en la tarde representan un 13.4 por ciento del total de unidades de carga [Tabla 3.32] y van cargados un 50 por ciento [Tabla 3.31].

En horario matutino las unidades de carga representan el 5.74 por ciento del total del flujo vial, 264 unidades de carga en un flujo total de 4600 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 6.05 por ciento del total del flujo vial, 144 unidades de carga en un flujo total de 2380 vehículos a la hora en 3 carriles.

Según la observación en campo:

- Un 20 por ciento de los C3 cargados son de mudanza o transporte de muebles, y un 8 por ciento de los C3 cargados son de volteo.

3.2.8.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 28 de octubre de 2010:

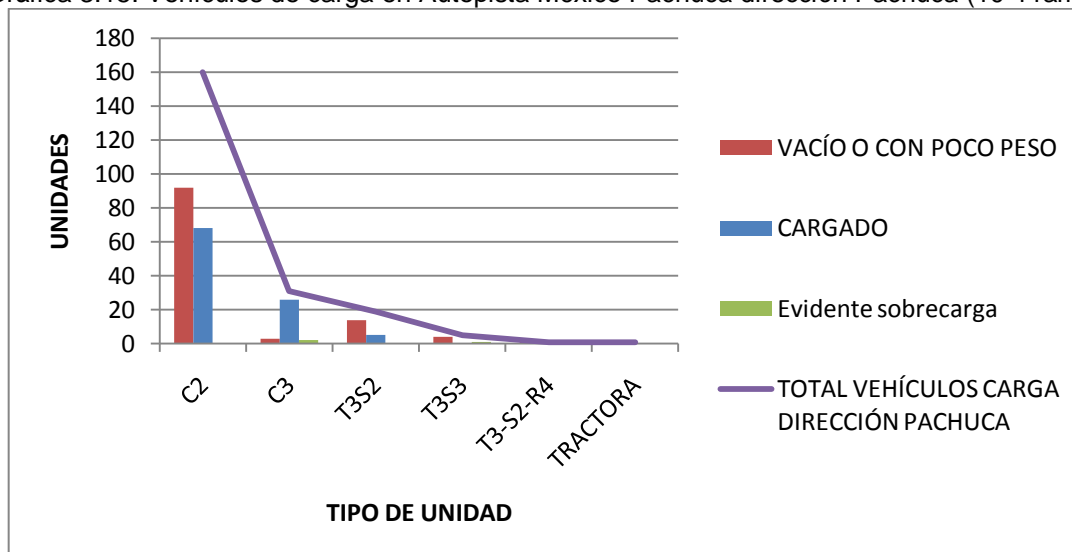
Tabla 3.29 Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (10-11am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	92	68	0
C3	3	26	2
T3S2	14	5	0
T3S3	4	0	1
T3-S2-R4	1	0	0
TRACTORA	1	-	-
Total	115	99	3
FLUJO (veh/h)	3840		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.30 Total de vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (10-11am)

Horario: 10:00-11:00 AM	Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PACHUCA	C2	160	73.7
	C3	31	14.3
	T3S2	19	8.8
	T3S3	5	2.3
	T3-S2-R4	1	0.5
	TRACTORA	1	0.5
			217

Gráfica 3.15. Vehículos de carga en Autopista México Pachuca dirección Pachuca (10-11am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.8.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

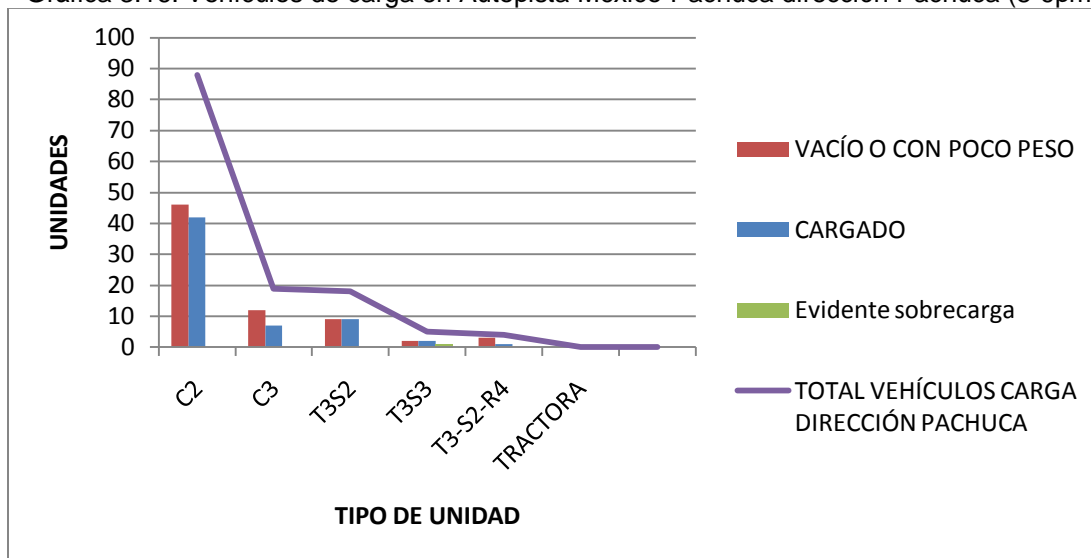
Tabla 3.31. Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	46	42	0
C3	12	7	0
T3S2	9	9	0
T3S3	2	2	1
T3-S2-R4	3	1	0
T3-S1	0	0	0
TRACTORA	0	0	0
Total	72	61	1
FLUJO (veh/h)	4020		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.32. Total vehículos Autopista México Pachuca dirección Pachuca (8-9pm)

Horario 8:00-9:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN PACHUCA	C2	88	65.7	134
	C3	19	14.2	
	T3S2	18	13.4	
	T3S3	5	3.7	
	T3-S2-R4	4	3.0	
	T2-S2	0	0.0	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.16. Vehículos de carga en Autopista México-Pachuca dirección Pachuca (8-9pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.9 Acceso carretero por Autopista México-Toluca dirección México

En la Autopista México-Toluca dirección México por la calle Constituyentes, (ya que por Reforma está prohibido para el tránsito de vehículos pesados), [Foto 3.22], según la tabla 3.34 y 3.36 (pag. 108 y 109), se observa un alto tránsito de vehículos de carga, 368 vehículos de carga/hora en la mañana y 305 vehículos de carga/hora en la tarde.

Foto 3.22 Autopista México-Toluca dirección México





Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 3.34 y 3.36, el 79.6 por ciento de los vehículos de carga que circulan en la mañana y el 91.7 por ciento de los que circulan en la tarde son C2, la cantidad de C3 es de un 8.4 por ciento en la mañana y de un 6.2 por ciento en la tarde, de ellos un 77.4 por ciento van cargados en la mañana [Tabla 3.33] y un 70.5 por ciento van cargados en la tarde [Tabla 3.35].

Las unidades T3S2 en la mañana representan un 7.3 por ciento del total de unidades de carga y van cargados un 85.2 por ciento [Tablas 3.34 y 3.33], en cambio, en la tarde representan un 7.2 por ciento y van cargados un 70 por ciento [Tablas 3.36 y 3.35].

Según las tablas 3.33 y 3.35 los T3-S3-R4 van cargados en todas sus unidades, con una proporción del 1.1 por ciento del total de las unidades de carga en la mañana y un 2.9 por ciento del total de las unidades de carga en la tarde, [Tablas 3.34 y 3.36].

En horario matutino las unidades de carga representan el 10.76 por ciento del total del flujo vial, 368 unidades de carga en un flujo total de 3420 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 7.6 por ciento del total del flujo vial, 305 unidades de carga en un flujo total de 4020 vehículos a la hora en 3 carriles.

De la observación en campo:

- El 70 por ciento de los camiones T3-S2-R4 cargados, transportan refrescos de una multinacional cuya fábrica está en la carretera de Toluca [Foto 3.23].

Foto 3.23 Camión T3-S2-R4 cargado de refrescos



Fuente: Elaboración propia.

3.2.9.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 11 de noviembre de 2010:

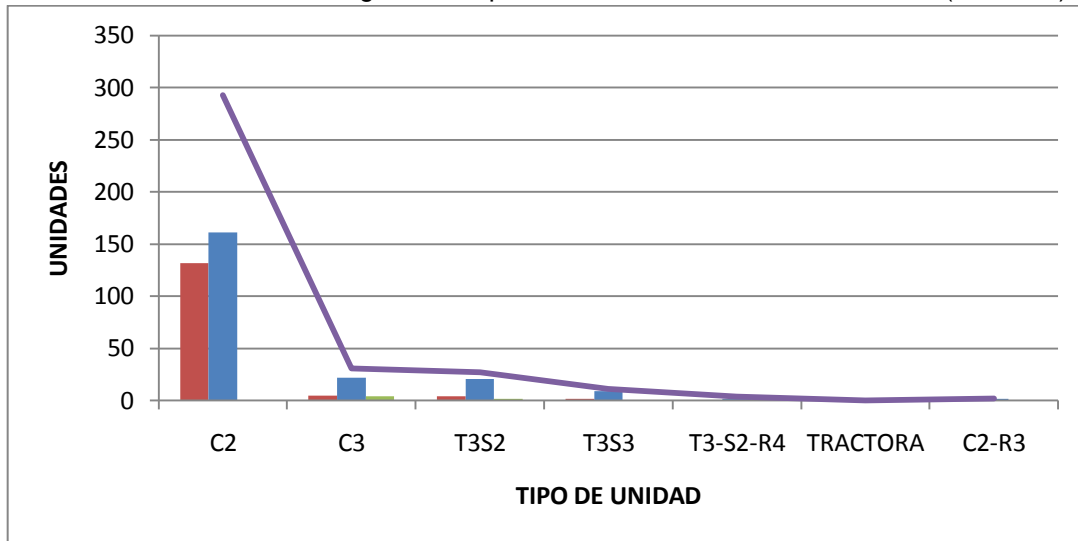
Tabla 3.33. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (10-11am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	132	161	0
C3	5	22	4
T3S2	4	21	2
T3S3	2	9	0
T3-S2-R4	0	2	2
TRACTORA	0	0	0
C2-R3	0	2	0
Total	143	217	8
FLUJO (veh/h)	3420		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.34. Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (10-11am)

Horario: 10:00-11:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	293	79,6	368
	C3	31	8,4	
	T3S2	27	7,3	
	T3S3	11	3,0	
	T3-S2-R4	4	1,1	
	TRACTORA	0	0,0	
	C2-R3	2	0,5	

Gráfica 3.17. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca Dirección México (10-11am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.9.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

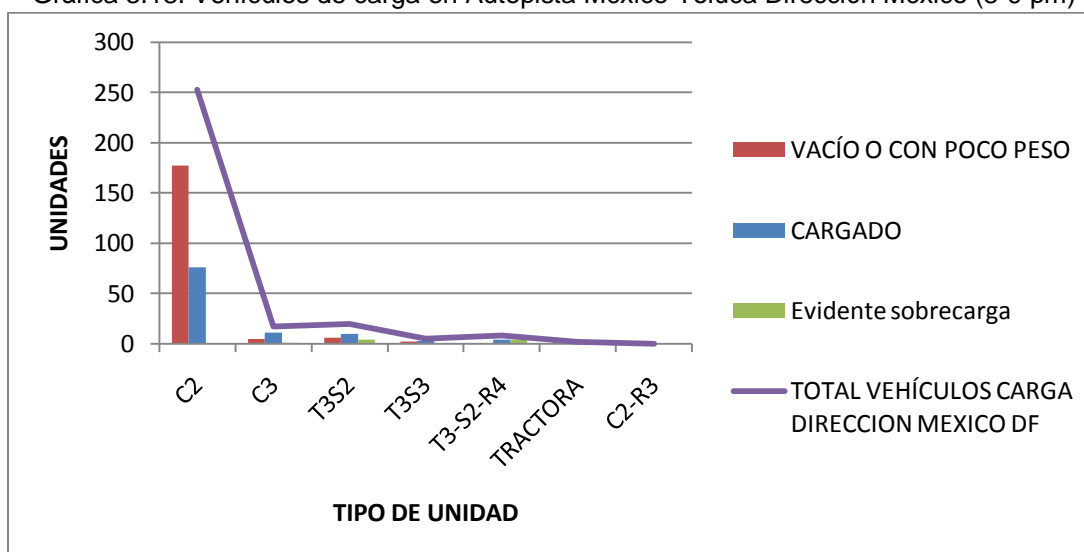
Tabla 3.35. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	177	76	0
C3	5	11	1
T3S2	6	10	4
T3S3	2	3	0
T3-S2-R4	0	4	4
TRACTORA	2	0	0
C2-R3	0	0	0
Total	192	104	9
FLUJO (veh/h)	4020		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.36. Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección México (8-9pm)

Horario: 8:00-9:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	253	91.7	305
	C3	17	6.2	
	T3S2	20	7.2	
	T3S3	5	1.8	
	T3-S2-R4	8	2.9	
	TRACTORA	2	0.7	
	C2-R3	0	0.0	

Gráfica 3.18. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca Dirección México (8-9 pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.10 Acceso carretero por Autopista México-Toluca dirección Toluca

En la Autopista México-Toluca dirección Toluca por Constituyentes [Foto 3.24], se puede observar en las gráficas 3.19 y 3.20 (pag. 112 y 113) un gran flujo de camiones C2 vacíos que regresan, en su mayoría, a Toluca después de realizar la distribución en el D.F.

Foto 3.24 Autopista México-Toluca dirección Toluca



Fuente: Elaboración propia.

Según las tablas 3.38 y 3.40, se observa un alto tránsito de vehículos de carga, 327 vehículos de carga/hora en la mañana y 473 vehículos de carga/hora en la tarde.

Según la tabla 3.38 y 3.40, el 83.4 por ciento de los vehículos de carga que circulan en la mañana y el 77.6 por ciento de los que circulan en la tarde son C2, la cantidad de C3 es de un 8.1 por ciento en la mañana y de un 7.4 por ciento en la tarde.

Los vehículos T3S2 en la mañana representan un 6.8 por ciento del total de unidades de carga [Tabla 3.38] y van cargados un 51.7 por ciento [Tabla 3.37], en cambio, en la tarde representan un 8.8 por ciento del total de unidades de carga [Tabla 3.40] y van cargados un 23 por ciento [Tabla 3.39].

Según las Tablas 3.38 y 3.37 las unidades T3-S3-R4 son un 2.1 por ciento en la mañana con un 40 por ciento cargados y un 4.1 por ciento en la tarde con un 100 por ciento vacíos, según Tablas 3.40 y 3.39.

En horario matutino las unidades de carga representan el 16.2 por ciento del total del flujo vial, 473 unidades de carga en un flujo total de 2920 vehículos a la hora en 3 carriles.

En horario vespertino las unidades de carga representan el 8.3 por ciento del total del flujo vial, 327 unidades de carga en un flujo total de 3940 vehículos a la hora en 3 carriles.

3.2.10.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 11 de noviembre de 2010:

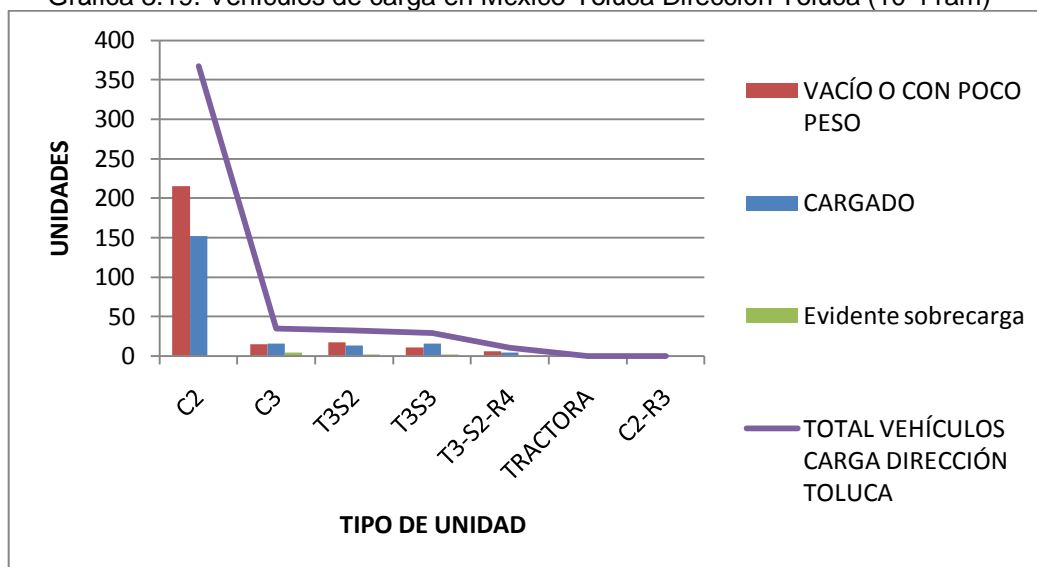
Tabla 3.37. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (10-11am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	215	152	0
C3	15	16	4
T3S2	17	13	2
T3S3	11	16	2
T3-S2-R4	6	4	0
TRACTORA	0	0	0
C2-R3	0	0	0
Total	264	201	8
FLUJO (veh/h)	2920		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.38. Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (10-11am)

Horario: 10:00-11:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN TOLUCA	C2	367	77,6	473
	C3	35	7,4	
	T3S2	32	6,8	
	T3S3	29	6,1	
	T3-S2-R4	10	2,1	
	TRACTORA	0	0,0	
	C2-R3	0	0,0	

Gráfica 3.19. Vehículos de carga en México-Toluca Dirección Toluca (10-11am)



Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.10.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

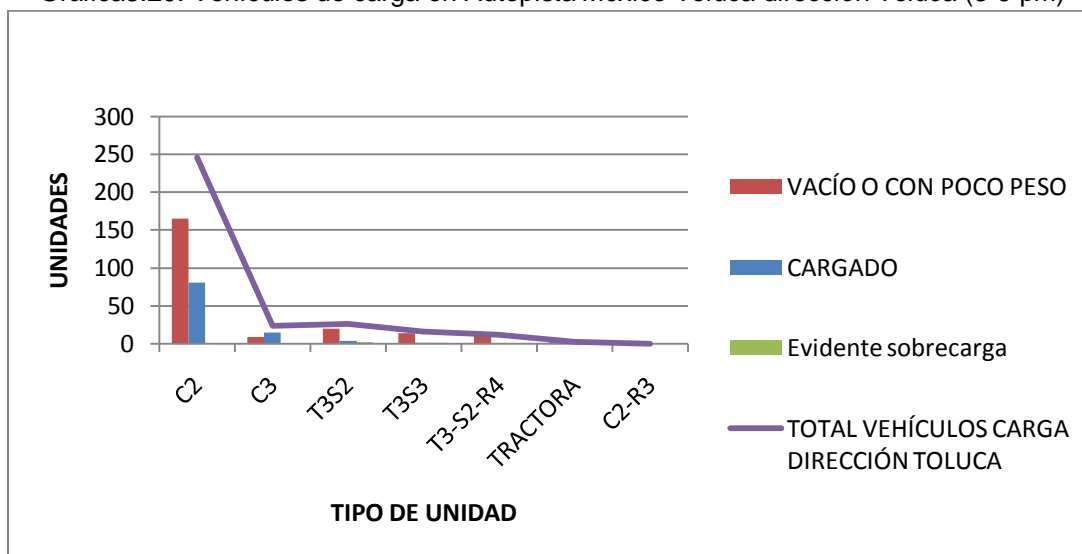
Tabla 3.39. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	165	81	0
C3	9	15	0
T3S2	20	4	2
T3S3	14	1	1
T3-S2-R4	12	0	0
TRACTORA	3	0	0
C2-R3	0	0	0
Total	223	101	3
FLUJO (veh/h)	3940		
Nº Carriles	3		

Tabla 3.40. Total de vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (8-9pm)

Horario: 8:00-9:00 PM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN TOLUCA	C2	246	83.4	327
	C3	24	8.1	
	T3S2	26	8.8	
	T3S3	16	5.4	
	T3-S2-R4	12	4.1	
	TRACTORA	3	1.0	
	C2-R3	0	0.0	

Gráfica3.20. Vehículos de carga en Autopista México-Toluca dirección Toluca (8-9 pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.11 Acceso carretero México-Cuernavaca (Federal+Autopista) dirección México

En el caso de la autopista México-Cuernavaca se analizó la carretera Federal y la Autopista en conjunto.

En el acceso carretero México-Cuernavaca dirección México [Foto 3.25], podemos observar en las gráficas 3.21 y 3.22 (pag. 115 y 116) que hay un gran flujo de camiones C2, con un 70.8 por ciento del total matutino [Tabla 3.42] y un 72 por ciento del total vespertino [Tabla 3.44], de los cuales van vacíos o con poca carga el 70 por ciento de esas unidades en horario matutino [Tabla 3.41] y un 85 por ciento en horario vespertino [Tabla 3.43].

Foto 3.25 México-Cuernavaca dirección México



Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 3.42 y 3.44, el 18.6 por ciento de los vehículos de carga que circulan en la mañana y el 11.1 por ciento de los que circulan en la tarde son C3, la cantidad de T3S2 es de un 4.2 por ciento en la mañana y de un 14.2 por ciento en la tarde.

Según las tablas 3.41 y 3.43 de las unidades C3 van vacías el 88.3 por ciento de estas unidades en horario matutino, y un 68.8 por ciento en horario vespertino. Asimismo en las unidades T3S2 van vacíos o con poco peso un 62.5 por ciento en horario matutino y un 63.1 por ciento en horario vespertino.

De la observación en campo:

- El 10 por ciento de los C2 cargados son pipas de agua.
- Un 40 por ciento de los C3 que entran al D.F. vacíos son de volteo.

3.2.11.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 23 de noviembre de 2010:

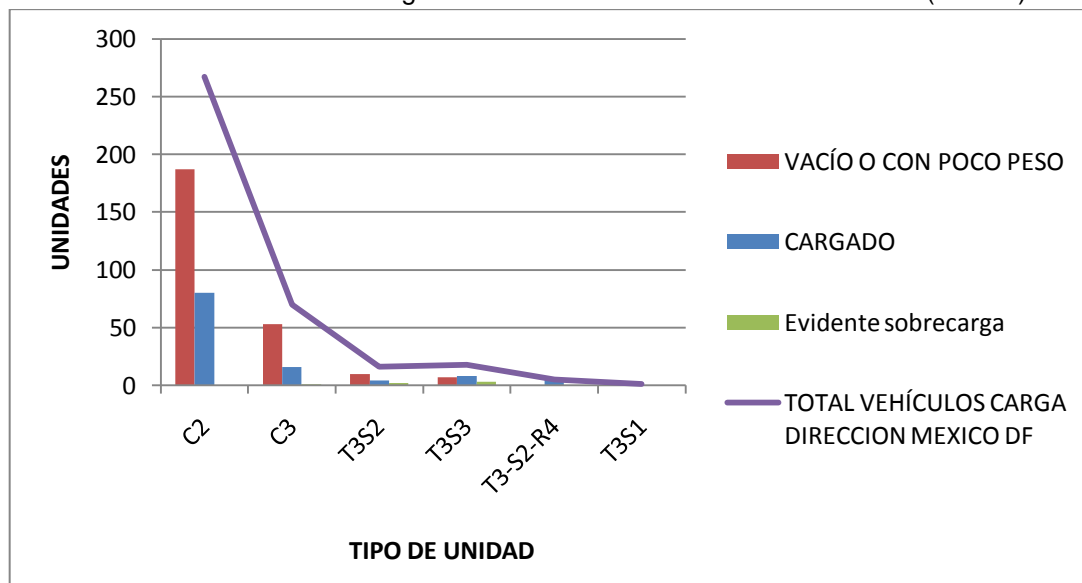
Tabla 3.41. Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección México (8-9am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	187	80	0
C3	53	16	1
T3S2	10	4	2
T3S3	7	8	3
T3-S2-R4	0	5	0
T3-S1	1	0	0
Total	258	113	6

Tabla 3.42. Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9am)

Horario: 8:00-9:00 AM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	267	70.8	377
	C3	70	18.6	
	T3S2	16	4.2	
	T3S3	18	4.8	
	T3-S2-R4	5	1.3	
	T3S1	1	0.3	

Gráfica 3.21. Vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9 am)



Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.11.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

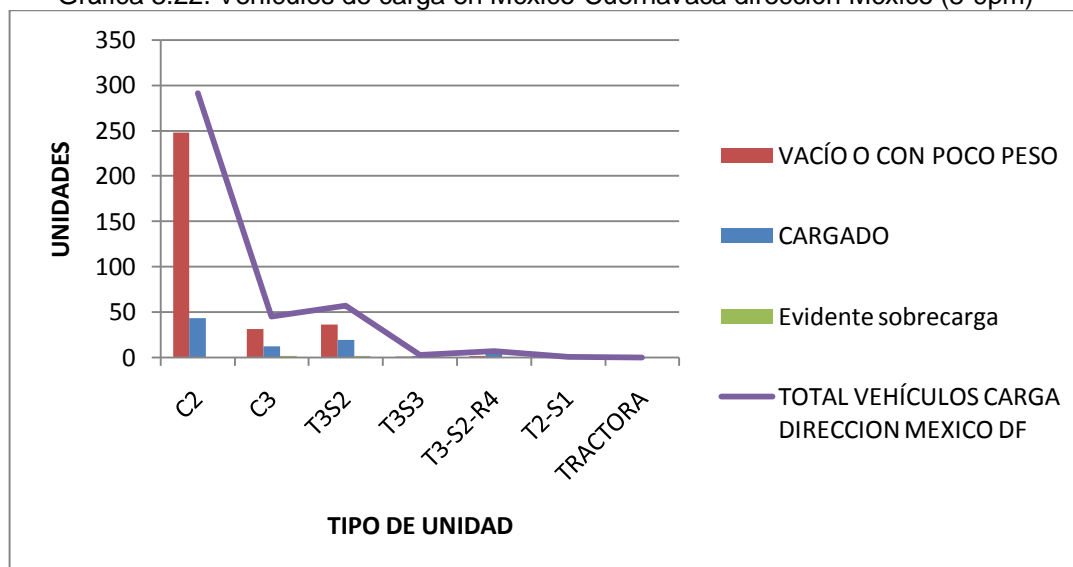
Tabla 3.43. Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección México (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	248	43	0
C3	31	12	2
T3S2	36	19	2
T3S3	1	2	0
T3-S2-R4	2	5	0
TRACTORA	0	1	0
Total	318	82	4

Tabla 3.44. Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9pm)

Horario 8:00-9:00 PM	Unidades	Porcentaje	Total	
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCION MEXICO DF	C2	291	72,0	404
	C3	45	11,1	
	T3S2	57	14,1	
	T3S3	3	0,7	
	T3-S2-R4	7	1,7	
	T2-S1	1	0,2	
	TRACTORA	0	0,0	

Gráfica 3.22. Vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección México (8-9pm)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.12 Acceso carretero México-Cuernavaca (Federal+Autopista) dirección Cuernavaca

En el acceso carretero México-Cuernavaca dirección Cuernavaca [Foto 3.26], podemos observar en las gráficas 3.23 y 3.24 que hay una tendencia de camiones cargados en la mañana y vacíos en la tarde, con un gran flujo de camiones C2, un 76.3 por ciento del total matutino [Tabla 3.46] y un 74 por ciento del total vespertino [Tabla 3.48], de los cuales van vacíos o con poco peso el 43.1 por ciento de esas unidades en horario matutino [Tabla 3.45] y un 81.2 por ciento en horario vespertino [Tabla 3.47].

Foto 3.26 México-Cuernavaca dirección Cuernavaca



Fuente: Elaboración propia.

Según las Tablas 3.46 y 3.48, el 14.4 por ciento de los vehículos de carga que circulan en la mañana y el 15 por ciento de los que circulan en la tarde son C3, la cantidad de T3S2 es de un 5.9 por ciento en la mañana y de un 3.8 por ciento en la tarde.

Según las tablas 3.45 y 3.47 de las unidades C3, van vacías el 3.1 por ciento de estas unidades en horario matutino, y un 53.8 por ciento en horario vespertino. Asimismo en

las unidades T3S2 van vacíos o con poca masa un 38.4 por ciento en horario matutino y un 53.8 por ciento en horario vespertino.

Se observa en horario matutino que hay un 4.5 por ciento de camiones C2 y un 22.2 por ciento de C3 sobrecargados [Tabla 3.45].

3.2.12.1 Horario matutino de máximo flujo vehicular aforado

- Datos del aforo realizado el 23 de noviembre de 2010:

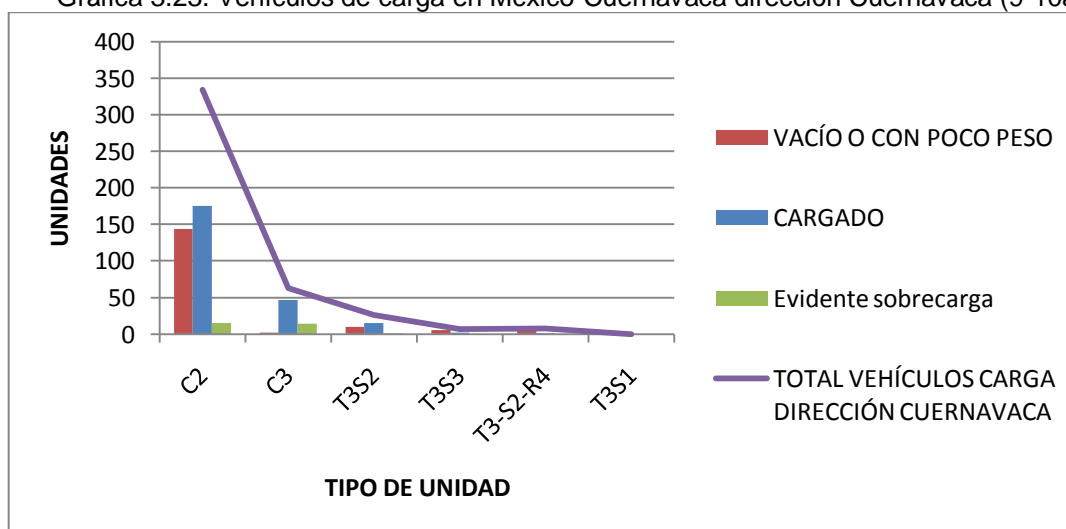
Tabla 3.45. Vehículos de carga en México-Cuernavaca (Autopista+Federal) direc. Cuernavaca (9-10am)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	144	175	15
C3	2	47	14
T3S2	10	15	1
T3S3	5	2	0
T3-S2-R4	7	1	
TRACTORA	0	0	0
Total	168	240	30

Tabla 3.46. Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (9-10am)

Horario: 9:00-10:00 AM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN CUERNAVACA	C2	334	76.3	438
	C3	63	14.4	
	T3S2	26	5.9	
	T3S3	7	1.6	
	T3-S2-R4	8	1.8	
	TRACTORA	0	0.0	

Gráfica 3.23. Vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (9-10am)



Fuente: Elaboración propia con información de campo, 2010.

3.2.12.2 Horario vespertino de máximo flujo vehicular aforado

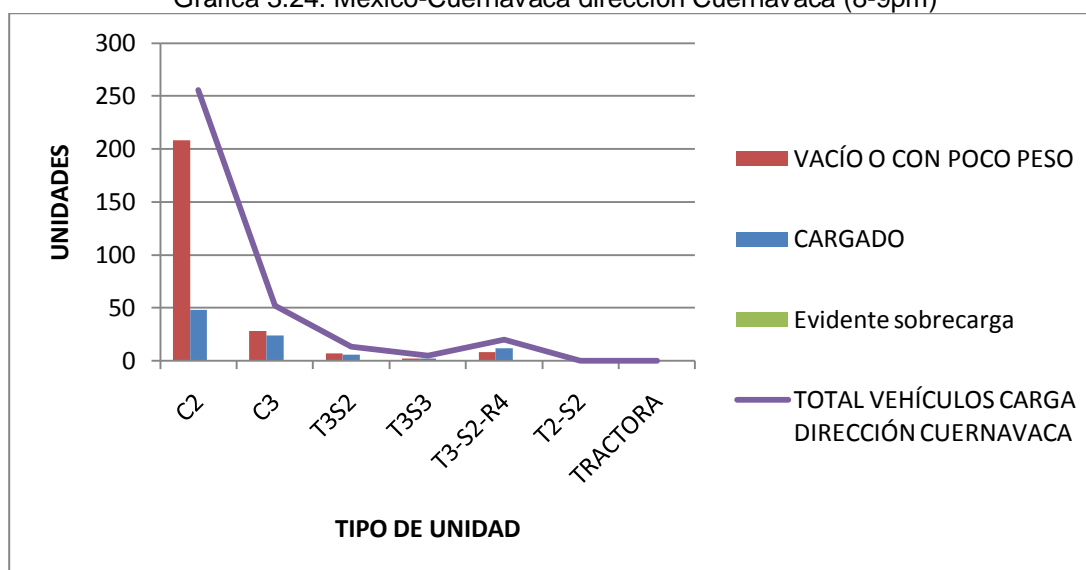
Tabla 3.47. Vehículos de carga en México Cuernavaca (Autopista + Federal) dirección Cuernavaca (8-9pm)

Tipos de unidades de carga	Condición operativa de unidades de carga		
	Vacío o con poco peso	Cargado	Evidente sobrecarga
C2	208	48	0
C3	28	24	0
T3S2	7	6	0
T3S3	2	2	1
T3-S2-R4	8	12	0
T2-S2	0	0	0
TRACTORA	0	0	0
Total	253	92	1

Tabla 3.48. Total de vehículos de carga en México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (8-9pm)

Horario 8:00-9:00 PM		Unidades	Porcentaje	Total
TOTAL VEHÍCULOS CARGA DIRECCIÓN CUERNAVACA	C2	256	74,0	346
	C3	52	15,0	
	T3S2	13	3,8	
	T3S3	5	1,4	
	T3-S2-R4	20	5,8	
	T2-S2	0	0,0	
	TRACTORA	0	0,0	

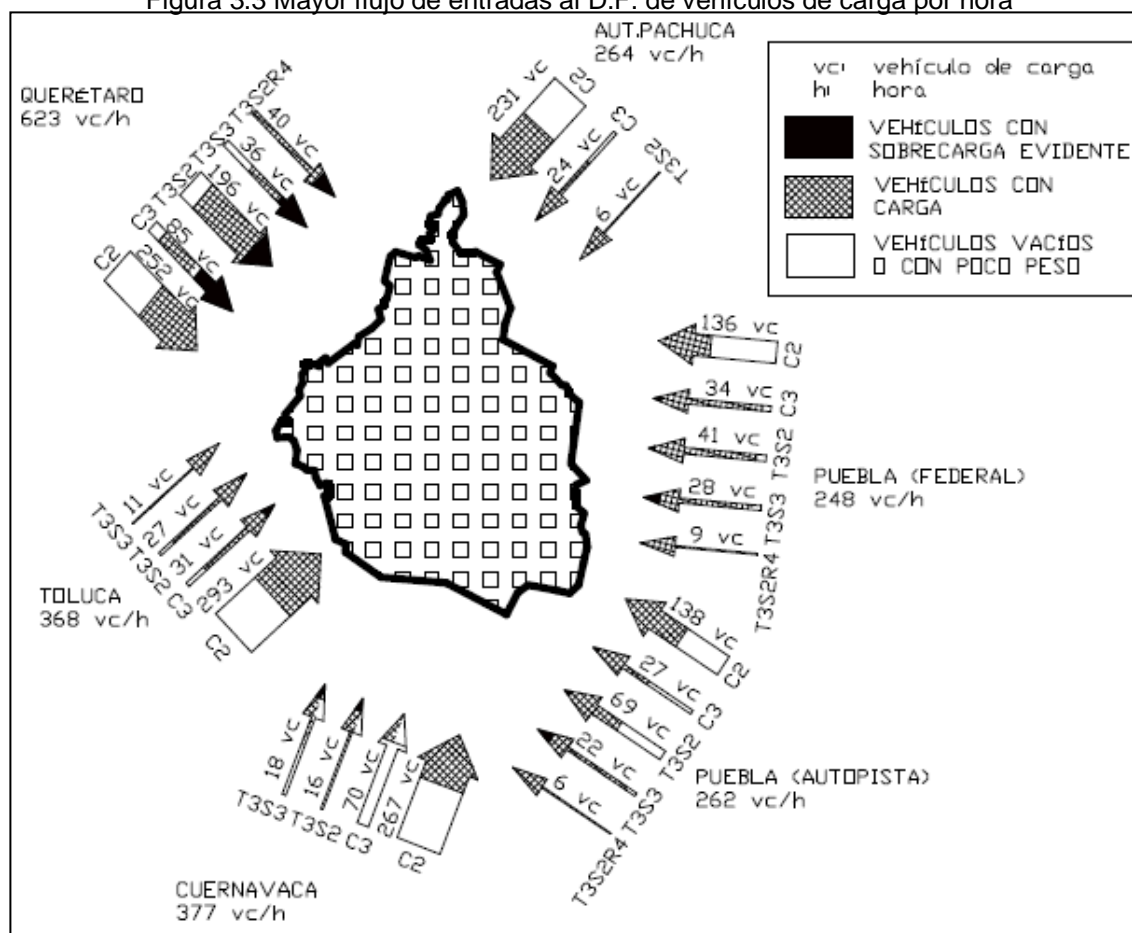
Gráfica 3.24. México-Cuernavaca dirección Cuernavaca (8-9pm)



Elaboración propia con información de campo, 2010.

De las 10 horas aforadas en cada acceso, se representan en la Figura 3.3 el mayor número de vehículos de carga que entran al D.F. a la hora de máxima demanda (HMD) de cada acceso, según el tipo de vehículo, C2, C3, T3S2, T3S3 o T3S2R4, indicando la cantidad de ellos que circulan vacíos o con poco peso, cargados o con sobrecarga evidente.

Figura 3.3 Mayor flujo de entradas al D.F. de vehículos de carga por hora

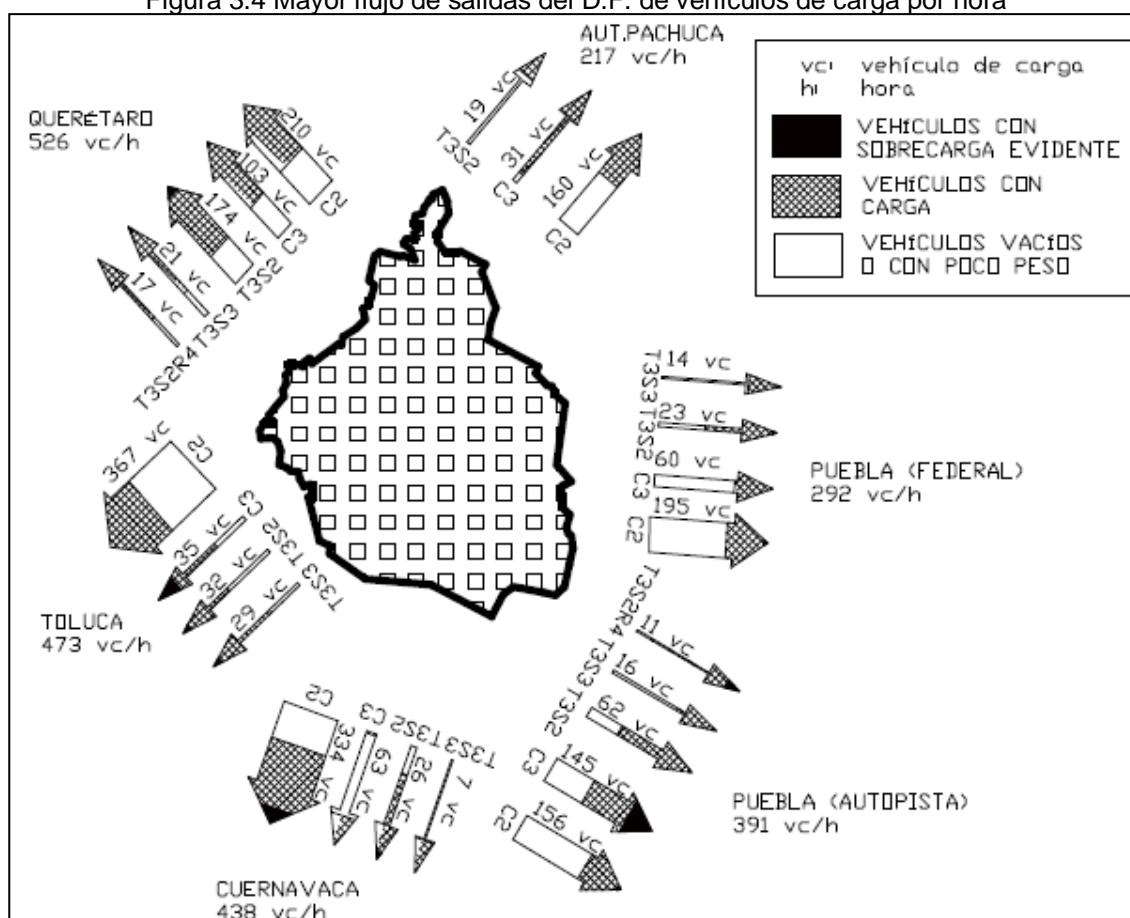


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.3 podemos observar que el acceso al D.F. por la Autopista a Querétaro es el que presenta mayor volumen de vehículos de carga, además del mayor porcentaje de unidades sobrecargadas, lo que representa mayores riesgos de accidentes y un mayor deterioro del pavimento. Le siguen en importancia los accesos de Toluca y Cuernavaca con 368 y 377 vehículos de carga por hora, respectivamente. En todos los accesos, la mayor parte del flujo de carga está compuesto por unidades C2.

De las 10 horas aforadas en cada acceso, se representan en la Figura 3.4 el mayor número de vehículos de carga que salen del D.F. a la hora de máxima demanda (HMD) de cada acceso, según el tipo de vehículo, C2, C3, T3S2, T3S3 o T3S2R4, indicando la cantidad de ellos que circulan vacíos o con poco peso, cargados o con sobrecarga evidente.

Figura 3.4 Mayor flujo de salidas del D.F. de vehículos de carga por hora



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.4 podemos observar que la salida principal de vehículos de carga sigue siendo la Autopista a Querétaro, en cambio, prácticamente no presentan sobrecarga; le siguen en importancia los accesos de Toluca, Cuernavaca y la Autopista a Puebla con 473, 438 y 391 vehículos de carga a la hora respectivamente.

Es destacable en la salida Toluca y Autopista a Puebla el alto volumen de vehículos C3 sobrecargados.

Las vías de mayor tránsito de vehículos C2 son Cuernavaca y Toluca con 334 y 367 vehículos a la hora respectivamente, lo que indica un importante tránsito de distribución de mercancías a lugares cercanos.

3.3 Oferta de vías para los modos de transporte

El conjunto de vías de la Ciudad de México son la red vial primaria y la red vial secundaria.

1.3.1 Red vial primaria

I. Vías de acceso controlado

Son vialidades que satisfacen la demanda de movilidad continua de grandes volúmenes de tránsito vehicular y se les considera como la columna vertebral de la red vial.

Vías anulares. Son Anillo Periférico y Circuito Interior; tienen la función primordial, en la movilidad de la ciudad, de distribuir el tránsito de largo recorrido.

Vías radiales. Son vialidades de circulación continua para satisfacer la demanda de viajes que tienen como origen o destino el centro de la Ciudad. Las vías radiales son: Calzada Ignacio Zaragoza, Aquiles Serdán, Río San Joaquín, Av. Gran Canal, Calzada de Tlalpan y Av. Insurgentes.

Los viaductos. Son vías de acceso controlado y flujo continuo cuya función es comunicar altas demandas de viajes a puntos específicos de la Ciudad, éstos son el Viaducto Miguel Alemán, Río Becerra y Viaducto Tlalpan.

II. Ejes viales.

Son vialidades semaforizadas que forman una retícula a lo largo y ancho de la ciudad. Esta red fue diseñada con carriles exclusivos para autobuses de transporte público en el sentido preferencial y en contraflujo, permitiendo la comunicación directa al Metro. Los ejes viales son 31, con una longitud total planeada de 514 km, de los cuales, de acuerdo con el Plan Rector de Vialidad de la Ciudad de México, actualmente hay

construidos únicamente 328.60 km, que se distribuyen de la siguiente forma: 6 al norte, 10 al sur, 7 al oriente, 7 al poniente y el Eje Central.

III. Vías principales.

Son vías que por sus características geométricas y su capacidad para mover grandes volúmenes de tránsito, enlazan y articulan gran cantidad de viajes. La red la constituyen 30 vialidades.

3.3.2 Red vial secundaria

Son vías colectoras que enlazan a los diferentes centros urbanos con la red vial primaria; se estima en 9,557 km.

La red vial primaria y secundaria del Distrito Federal tiene una longitud total de 10 mil 375.46 km, de la cual mil 1,106 km – que representan el 10.6%- corresponden a la vialidad primaria y está formada por las vías de acceso controlado (224.5 km), las arterias principales (553 km) y los ejes viales (329 km). Las vías de acceso controlado³⁵ tienen una longitud de 167.12 km (el 1.6% del total), [Tabla 3.49]:

Tabla 3.49. Inventario de la infraestructura vial del D.F.

Vialidad	Acceso controlado		Sin controlar		Totales	
	km	%	km	%	km	%
Vías de acceso controlado						
Periférico	77.70	73.86%	27.50	26.1%	105	1.01%
Circuito Interior	27.90	67.39%	13.50	32.6%	41	0.40%
Calzada de Tlalpan	14.18	82.92%	2.92	17.1%	17	0.16%
Viaducto	11.70	84.17%	2.20	15.8%	14	0.13%
Calzada I. Zaragoza	13.18	75.53%	4.27	24.5%	17	0.17%
Radial Aquiles Serdán	3.60	38.10%	5.85	61.9%	9	0.09%
Radial San Joaquín	10.86	100.00%	0.00	0.0%	11	0.10%
Gran Canal	8.00	80.00%	2.00	20.0%	10	0.10%
Total	167.12	74.16%	58.24	25.8%	225	2.17%
Ejes Viales					329	3.17%
Arterias Principales					553	5.33%
Total de la Vialidad Primaria					1,106	10.66%
Total de la Vialidad Secundaria					9,269	89.34%
Total del Sistema Vial					10,375	100.00%

Fuente: Elaboración con información del GDF 2004.

³⁵ Una vía de acceso controlado son aquellas por las que el tránsito vehicular está restringido al paso de vehículos con ciertas características, generalmente estas vialidades están condicionadas al paso de unidades ligeras.

3.3.3 Vialidad metropolitana.

Junto con la red vial primaria en el D.F., la vialidad que permite la comunicación entre los municipios metropolitanos del Estado de México y el Distrito Federal representa uno de los mayores problemas por atender en la actualidad y en el futuro inmediato, debido principalmente a la dinámica de crecimiento de los municipios metropolitanos y a las limitaciones físico-urbanas y geográficas, que impiden la ampliación y construcción de accesos viales en los corredores metropolitanos.

3.3.4 Accesos carreteros.

La Ciudad de México cuenta con accesos carreteros importantes, [Tabla 3.50], que desembocan en la vialidad urbana existente, la cual resulta insuficiente para dar fluidez a los volúmenes de tránsito de paso, calculados en aproximadamente 300 mil vehículos diarios, que utilizan la infraestructura de la ciudad para dirigirse de un punto a otro de la misma o que salen de ella hacia el resto del país.

Tabla 3.50. Conexiones de los principales accesos carreteros al D.F.

Vialidad:	Conecta con:
México-Querétaro (Cuota)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Periférico Norte ✓ Padre Agustín Parada + Av. Jesús Reyes Heróles ✓ Vía Gustavo Baz Prada
México-Pachuca (cuota)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Periférico (Arco Nororiental) ✓ Insurgentes Norte ✓ Circuito Interior
México-Puebla (cuota)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ignacio Zaragoza + Periférico Oriente ✓ Ermita Iztapalapa + Periférico Oriente
México-Puebla (libre)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ignacio Zaragoza + Periférico Oriente ✓ Ermita Iztapalapa + Periférico Oriente
México-Cuernavaca (cuota)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Viaducto Tlalpan + Periférico Sur ✓ Calzada Tlalpan + Periférico Sur ✓ Insurgentes Sur
México-Cuernavaca (libre)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Viaducto Tlalpan + Periférico Sur ✓ Calzada Tlalpan + Periférico Sur ✓ Insurgentes Sur
México-Toluca (cuota)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paseo de la Reforma + Las Palmas + Periférico ✓ Constituyentes + Observatorio + Periférico
México-Toluca (libre)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paseo de la Reforma + Las Palmas + Periférico ✓ Constituyentes + Observatorio + Periférico

Fuente: Elaboración propia.

La comunicación norte-sur posee las alternativas de Anillo Periférico, la autopista México-Querétaro, así como la autopista La Venta-Lechería que al ser de cuota genera una selección de posibles usuarios que pueden permitirse su costo.

La topografía de la zona oriente del Valle de México permite que existan mayores arterias viales que comunican al Distrito Federal con municipios tales como Ecatepec, Netzahualcóyotl, Texcoco y Valle de Chalco. Para mejorar estas conexiones se pueden citar la conversión de la Calz. Ignacio Zaragoza en una vía de acceso controlado (proyectada de 35 km³⁶) y la construcción de la autopista de cuota Peñón-Texcoco.

3.3.5 Corredores considerados y seleccionados estratégicos para el transporte de carga en el D.F.

Los siguientes corredores [Tabla 3.51] son considerados estratégicos para el transporte de carga:

Tabla 3.51. Corredores estratégicos de transporte de carga en el D.F.

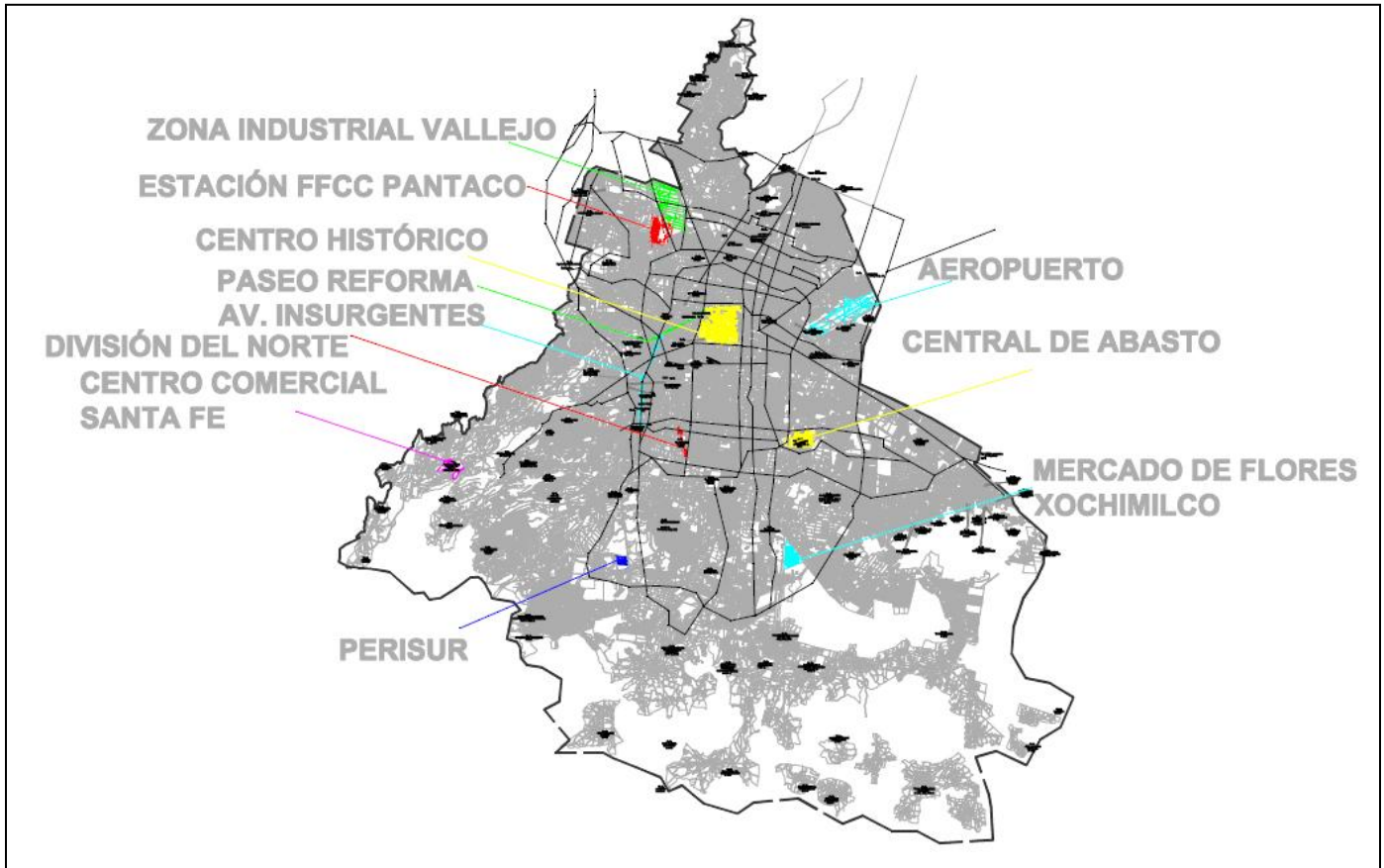
Anillo Periférico	Av. Jardín	Eje 1 Norte	Eje Central
Aquiles Serdán	Av. Revolución	Eje 1 Oriente	Fray Servando
Aut. México-Puebla	Calle 503	Eje 1 Poniente	Gustavo Baz
Aut. México-Pachuca	Calz. De las Armas	Eje 2 Norte	Mariano Escobedo
Aut. Peñón-Texcoco	Calz. Ignacio Zaragoza	Eje 2 Oriente	Aut. México-Cuernavaca
Av. Insurgente	Calz. México-Tacuba	Eje 2 Sur	Aut. México-Querétaro
Av. 608	Calz. Vallejo	Eje 3 Norte	Aut. México-Toluca
Av. Central	Carr. México-Cuernavaca	Eje 3 Oriente	Patriotismo
Av. Ceylán	Carr. México-Pachuca	Eje 4 Norte	Radial San Joaquín
Av. Constituyentes	Carr. México-Puebla	Eje 5 Norte	Tlalpan
Av. Insurgentes Norte	Carr. México-Texcoco	Eje 5 Sur	Vía Morelos
Av. Insurgentes Sur	Aut. Chamapa Lechería	Eje 6 Sur	Vía López Portillo
Av. Iztacala	Cto. Interior	Eje 8 Sur	

Fuente: COMETRAVI, 1999.

³⁶ PIV 2001-2006

Los principales generadores de transporte de carga son Central de Abasto, Centro Histórico, Vallejo y Pantaco [Figura 3.6].

Figura 3.6 Principales Polos atractores y generadores de transporte de caga en el D.F.



Fuente: Elaboración propia.

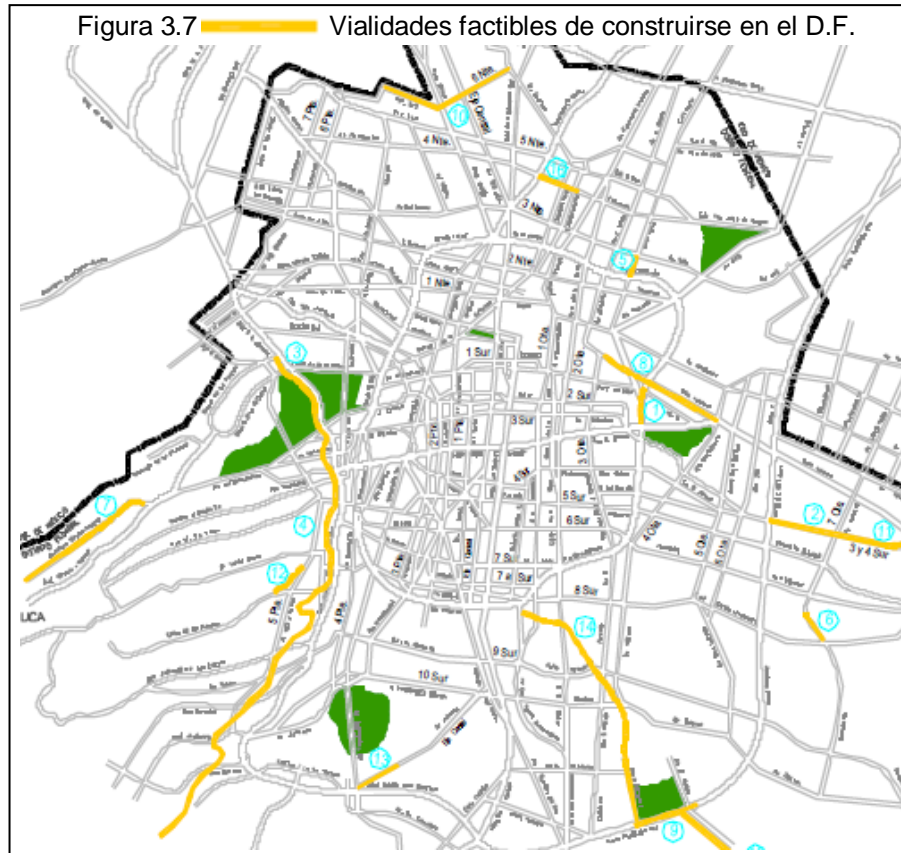
Las vialidades factibles de construirse en el D.F. se muestran en la Tabla 3.52:

Tabla 3.52 La relación de vialidades factibles de construirse en el D.F.

Tabla 3.51. Relación de vialidades factibles de construirse				
Vialidad	Tramo		Longitud (km)	Observaciones
Circuito Interior Lateral Pte	Av. Viaducto Río de la Piedad		1.1	Oposición vecinal
Eje 3 y 4 Sur	República A.Periférico	Federal-	2.5	Predio ocupado por la Secretaría de Marina
Lateral A. Periférico Pte. Derecho de vía de FFCC	Paseo de las Palmas-Chapultepec		2.1	Ocupado el derecho de vía del FFCC. Invasión en algunos puntos
México-Cuernavaca	Chapultepec-Contreras		11.5	
Av. Gran Canal	Circuito Interior-Eje 3 Norte		1	Obra simultánea con el entubamiento
Eje 7 Oriente	Av Guelatao-Calz. Iztapalapa	Ermita	1.3	Invasión al derecho de vía
Carretera México-Toluca	Conafrut-Zona de curvas		3	Se requieren recursos presupuestales
Calz. Ignacio Zaragoza	Eje 3 Oriente-Viaducto		4.8	Construcción de puentes vehiculares
Centrales A.Periférico Orte.	Canal de Cuemanco-Av.Tláhuac		4.2	Puente Vehicular en canal de Chalco
Eje 6 Norte	Maravillas-Av.Ticomán		5.4	Afectación predios particulares y a. verdes
Av. República Federal	Eje 5 Sur-Calz. Zaragoza	Ignacio	2	Existencia de obra inducida
Eje 5 Poniente	Av. Centenario-Las Águilas		1.5	Alternativa al eje por el panteón Tarango
Eje Central (Av. Del Imán)	Av. Insurgentes Sur-Madrigal	Sur-Delfín	0.8	Afectaciones a predios particulares
Canal Nacional	Circuito Interior-A.Periférico Ote.		8.3	Invasión al derecho de vía y afectaciones
Canal de Chalco	A.Periférico-Piraña		5	Ocupación del Bordo Sur y zona de Canales
Eje 4 Norte	Av. Insurgentes Norte-Misterios		1	Afectaciones a predios particulares
Total			55.5	

Fuente: COMETRAVI, 1999.

Según la Secretaría de Transporte y Vialidad, en el Programa Integral de Transporte y Vialidad las vialidades factibles de construirse se pueden ver en la Figura 3.7.



Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006 (SETRAVI)

3.3.6 Vialidades en las que voluntariamente se abstendrán de ingresar de 7:00 a 9:00 horas los vehículos de carga

Programa voluntario presentado en el año 2005.

I. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Pachuca:

- Autopista México Pachuca en el tramo que inicia en el Límite con el Estado de México (Cerro Zacatenco) y termina en la Avenida Acueducto.
- Avenida Insurgentes Norte en el tramo que inicia en Avenida Acueducto y termina en Circuito Interior Norte.

II. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Texcoco:

- Avenida 602 ó Vía Tapo en el tramo que inicia en el Límite con el Estado de México a la altura de la Vía Férrea y termina en la Av. Oceanía ó Av. 608.
- Avenida Oceanía en el tramo que inicia en Avenida 602 y termina en Circuito Interior Oriente Av. Río Consulado.

III. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Puebla:

- Calzada Ignacio Zaragoza en el tramo que inicia a la altura del metro Santa Martha (Entronque con Carretera Federal y Autopista México-Puebla) y termina en Circuito Interior Oriente Río Churubusco.
- Calzada Ermita Iztapalapa que inicia a la altura del metro Santa Martha (Entronque con Carretera Federal y Autopista México-Puebla) y termina en Periférico Oriente Avenida Canal de Garay.

IV. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Cuernavaca:

- Viaducto Tlalpan en el tramo que inicia en el entronque con la Autopista México Cuernavaca y termina en Calzada del Hueso.
- Calzada de Tlalpan en el tramo que inicia en el entronque con la Carretera México Cuernavaca y termina en Circuito Interior Sur Río Churubusco.
- Insurgentes Sur en el tramo que inicia en el entronque con la Carretera México Cuernavaca y termina en Periférico Sur Ruta de la Amistad.

V. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Toluca:

- Av. Constituyentes en el tramo que inicia en Paseo de la Reforma y termina en Circuito Interior Pte. José Vasconcelos.

VI. Vialidades que dan continuidad al acceso Carretero de Querétaro:

- Eje 1 Pte. Calzada Vallejo en el tramo que inicia en Periférico Norte Avenida Tlalnepantla-Tenayuca y termina en Circuito Interior Norte Paseo de las Jacarandas.
- Avenida Ceylán en el tramo que inicia en Av. Maravillas y termina en Av. Cuitláhuac.

Avenida Cuitláhuac en el tramo que inicia en Avenida Ceylán y termina en Eje 1 Poniente Calzada Vallejo.

3.3.7 Relación de vialidades de acceso controlado y principales donde queda prohibida la circulación del transporte de carga en vehículos articulados, todos los días de la semana.

- Carriles centrales del Anillo Periférico, Circuito Interior y Viaducto, (teniendo como vías alternas los carriles laterales).
- Insurgentes en el tramo comprendido entre Eje 2 Norte Manuel González y Eje 10 Sur Avenida Copilco, (Teniendo como vías alternas Guerrero, Bucareli y Cuauhtémoc).
- Eje Central en el tramo comprendido entre Eje 4 Sur Xola y Eje 2 Norte M. González³⁷. (Vía alterna el Eje 2 oriente Congreso de la Unión).
- Av. Paseo de la Reforma en el tramo comprendido entre Avenida Canal del Norte Glorieta de Peralvillo y Carretera México-Toluca, (Tiene como vías alternas Constituyentes y carriles laterales de Circuito Interior)
- Eje 3 Sur en el tramo comprendido entre Canal de Tezontle y Diagonal Patriotismo. (Tiene como vía alterna Eje 5 Sur entre Calzada Ermita Iztapalapa y Circuito Interior Poniente Av. Revolución).
- Eje 4 Sur en el tramo comprendido entre Circuito Interior Poniente José Vasconcelos o Av. Revolución y Periférico Oriente Canal de San Juan, (Tiene como vía alterna Eje 6 Sur entre Circuito Interior Poniente Av. Revolución y Ermita Iztapalapa).

³⁷ La restricción aplica de las 12:00 a las 20:00 horas, de lunes a sábado.

4. Análisis de impactos del transporte de carga en el Distrito Federal

4.1 Impactos viales

El 45 por ciento del suelo del D.F. es exclusivamente urbano, se presenta en siete delegaciones: Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Iztacalco, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza, por donde el servicio de carga circula de manera intensiva por todas sus vialidades.

Según la Tabla 4.1, más de 150 mil unidades de 3 toneladas en adelante circulan a diario en el D.F., según la Tabla 4.2, el 36.4 por ciento son tractocamiones articulados, lo que representa 54,600 unidades que circulan por la ciudad diariamente.

El potencial del transporte de carga en datos de unidades, viajes y corredores en la Ciudad de México³⁸:

Unidades de 3 toneladas en adelante circulan a diario	150 mil
El número de viajes de carga en horas pico	400 mil
Corredores que principalmente utiliza el transporte de carga para sus desplazamientos	75

Además del número de vehículos existentes en el D.F. y su antigüedad, el porcentaje del tipo de vehículos que circulan es:

Camión utilitario	39.6
Tracto camión articulado	36.4
Camión remolque	13.8
Camión de 2 ejes	6.9
Tracto camión doble caja	3.1

Estas unidades de carga, Tabla 4.2, provocan situaciones conflictivas por las siguientes causas: falta de continuidad en vialidades, sección transversal insuficiente, reducción

³⁸http://www.setravi.df.gob.mx/noticias/detalleNoticias.html?id_noticia=726

de la capacidad por el estacionamiento indiscriminado, intersecciones conflictivas o sin semáforos, topes excesivos y mal diseñados, mal estado del pavimento, e insuficiencia de señalamientos, privatización de calles, comerciantes ambulantes, maniobras de carga y descarga, cierre de calles con plumas o rejas, como en vialidades secundarias de algunas zonas de la ciudad, en las que se concentra el crecimiento de la población del D.F. –principalmente en las delegaciones ubicadas al oriente y al sur-, donde el incremento de los volúmenes de tránsito hace necesaria la revisión de los accesos a colonias, ya que muchos de ellos se encuentran cerrados por los vecinos por cuestiones de seguridad, lo cual limita la interconexión entre vialidades.

Muchas de estas unidades de carga no llevan protegida la mercancía que transportan, lo que representa un peligro de impacto en peatones y conductores de otros vehículos en caso de desprendimiento de la misma, como es el caso de los vehículos de las fotos 4.1 y 4.2.

Foto 4.1 Vehículo T3-S2 transportando hierros atados sin lona



Foto 4.2 Vehículo C3 transportando hierros sin atar y sin lona



Fuente: Elaboración propia.

Las operaciones de carga y descarga suponen molestias a peatones y conductores, ya que los lugares de estacionamiento son escasos o mal ubicados estratégicamente, muchas de estas operaciones se realizan en la vía pública.

La duración media del tiempo de carga y descarga es entre 10 y 20 minutos para estacionamientos ilegales y de unos 50 minutos de media para los legales, ya que

muchos comerciantes utilizan largos períodos de tiempo, no únicamente para el proceso de carga y descarga, sino inclusive para arreglos de mercancía y cubrir adeudos.

Los vehículos de carga son de gran tonelaje, tanto vacíos como cargados (2.1 Información técnica), por lo que son difíciles de mover cuando se descomponen, generando congestión vehicular al bloquear la vialidad, e impactando visualmente por el gran espacio que ocupa, como en la Foto 4.3.

Foto 4.3 Vehículos averiados interrumpiendo el flujo vial



Fuente: Elaboración propia.

En el año 2005 se registraron un total de 21,706 accidentes automovilísticos serios en la ciudad de México³⁹.

En las carreteras Federales del D.F., se registraron 261 accidentes, la causa principal en el 60.9 por ciento, es el conductor, seguido del camino en un 28.9 por ciento, agentes naturales en un 8.8 por ciento y con un 1.4 por ciento el vehículo. En el 20.1 por ciento de los accidentes están involucrados vehículos de carga (incluidos las Pickup)⁴⁰.

³⁹ <http://www.securitycornermexico.com>

⁴⁰ Anuario estadístico de accidentes en carreteras Federales. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2006).

A continuación se muestran algunos accidentes de vehículos de carga en el D.F.:

Como se puede observar en las Fotos 4.4 a 4.8, los accidentes de unidades de carga generan grandes problemas al flujo vial, ya que son difíciles de mover, ocupan mucho espacio, dañan la infraestructura y, en muchos casos, la carga queda esparcida por la vía.

Foto 4.4 Tráiler accidentado en la Autopista México-Cuernavaca



Martes, 09 de Noviembre de 2010, 05:54

Se volcó un tráiler en la México-Cuernavaca

Fuente: La Policiaca

Foto 4.5 Tráiler volcado en Circuito Interior



Viernes 08 de enero de 2010, 08:06

Tráiler volcó en Circuito Interior

Fuente:El Universal

Foto 4.6 Choque con Tráiler en México-Toluca



Miércoles 10 de noviembre de 2010, **Choque deja 8 heridos en la México-Toluca**

Ciudad de México Notimex | Fuente: El Universal

Foto 4.7 Caída de camión del segundo piso del Periférico



Martes 19 de Enero 2010,
**Cae camión de basura del Segundo
Piso del Periférico**

Fuente: La Crónica

Foto 4.8 Hundimiento de tráiler



Lunes 01 de marzo 2010, **Caen taxi y caja de tráiler en hundimiento en D.F.**

Fuente: El siglo de Torreón

4.2 Impactos energéticos

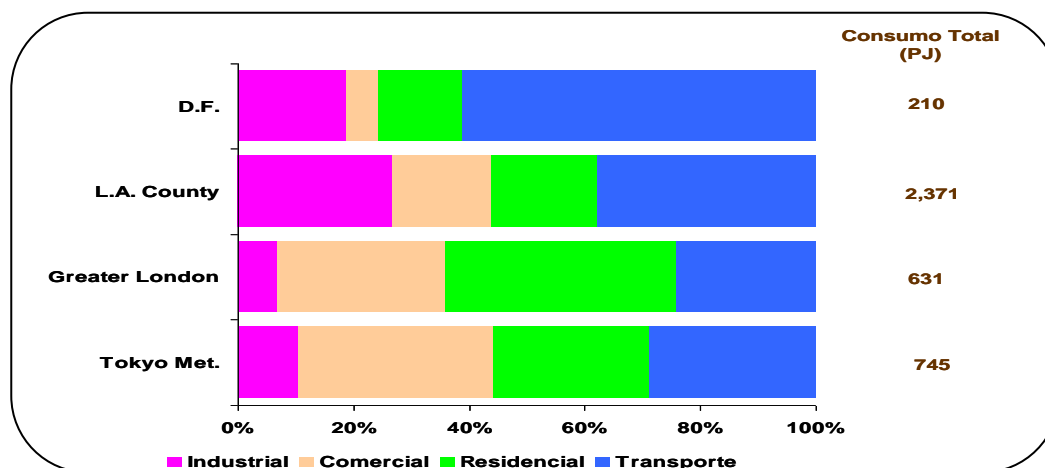
Si las vialidades no estuvieran congestionadas y la velocidad de los vehículos sólo tuviera la limitación del reglamento de tránsito, los costos de transporte serían proporcionales al tiempo y distancia recorrida.

El transporte de carga tiene un mayor índice de rendimiento en cuanto al consumo energético respecto a la masa transportada, ya que, por ejemplo, una persona de 75 kilogramos de masa, que se transporta en un automóvil de 1500 kilogramos, representa un 4.76 por ciento del peso total del conjunto, es decir, el 95.24 por ciento de la masa transportada es innecesaria y supone un consumo de energía desproporcionado. En cambio, en una unidad de carga, el porcentaje de mercancía transportado ronda el 70 por ciento, lo cual implica un rendimiento mucho mayor.

Las consecuencias de la saturación vehicular en la Ciudad de México, además del consumo de energía adicional y el mayor tiempo de viaje, tiene la externalidad de una mayor contaminación que afecta a toda la población, use o no transporte motorizado.

El principal consumidor de energía en el D.F. es el sector transporte, si la tendencia de consumo se mantiene, se agravarán los problemas de abastecimiento, seguridad energética y cambio climático [Figura 4.1].

Figura 4.1. Consumo de energía por sectores, 2003



Fuente: Tokyo Metropolitan Government Environmental White Paper, 2006.

En la Figura 4.1 se observa en el D.F. una alta proporción del porcentaje de consumo energético en el sector transporte de la ciudad, aproximadamente el 60 por ciento. Mientras en otras ciudades como Londres o Tokio, no llegan al 30 por ciento.

En L.A. County, con un vehículo por cada 1.8 habitantes, el consumo en transporte no supera el 40 por ciento del consumo energético, en el D.F. con un vehículo por cada tres habitantes⁴¹, el consumo del 60 por ciento en el sector transporte indica una ineficiencia de desempeño.

Conforme a estimaciones elaboradas por el estudio “Balance energético del Transporte en el Distrito Federal”, para 2008, el consumo total de energía en la Ciudad de México fue de 379 Petajoules⁴² (PJ=10⁵ joules), o 7.8 por ciento del total nacional. Los energéticos más utilizados son la gasolina y el diesel.

Para el cálculo del consumo de energía en el sector transporte del D.F. se empleó:

Donde:

- **V** = Número de unidades de transporte (de acuerdo con la tipología establecida en punto 2.2).
- **D** = Distancia promedio diaria recorrida por unidad de transporte (km). Distancia(km)=Velocidad(km/h)*Tiempo(h). El tiempo de traslado se obtuvo a partir de la Encuesta Origen-Destino (EOD 2007).
La distancia media de recorrido, según unidad, se tomó según las Tablas 4.3 y 4.4⁴³. La velocidad según la vialidad se tomó según la Tabla 4.5.
- **R**= Rendimiento del consumo de combustible por unidad de transporte (km/l)
Información de Melgar 2008.

⁴¹ http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=172760

⁴² Balance energético del Transporte en el Distrito Federal. 2009.

⁴³ Idem

- **DO** = Días de operación al año por unidad de transporte.
Se tomó como referencia los 313 días estimados por la ELAC 2006.
- **PC** = Poder calorífico del combustible empleado por unidad de transporte (PJ/l).
- **CE** = Consumo energético de cada tipología de unidades de transporte urbano, en PJ/año, los datos de cada unidad en la Tabla 4.6:

Tabla 4.3. (a) Distancias recorridas por tipo de vehículo (Clasificación Melgar)

Nomenclatura Melgar	Tipo	Número de vehículos en circulación	Distancias recorridas (km/día)	Número total de vehículos en circulación
VEHÍCULOS DE CARGA A GASOLINA				
Usos múltiples		587,669	60 (313 d/año)	
Camiones de carga ligera Clase 1		277,789	26 (313 d/año)	865,458
Camiones de carga ligera Clase 2		236,021	26 (313 d/año)	236,021
Camiones de carga ligera Clase 3	Camioneta	2,928	100 (313 d/año)	74,275
	Combi	2,563	200 (286 d/año)	
	Camioneta particular	50,413	26 (313 d/año)	
	Cam. (carga-pasajeros)	18,371	60 (313 d/año)	
Camiones de carga ligera Clase 4		3,064	200 (286 d/año)	3,064
PADRÓN VEHICULAR TOTAL DE CARGA LIGERA A GASOLINA				1178,818
CARGA PESADA				
Camiones de carga ligera Clase 5		946	200 (315 d/año)	946
Camiones de carga ligera Clase 6		1,074	200 (315 d/año)	1,074
Camiones de carga ligera Clase 7		3,59	200 (315 d/año)	3,590
PADRÓN VEHICULAR TOTAL DE CARGA PESADA A GASOLINA				5,610
TOTAL PADRÓN VEHICULAR DE CARGA A GASOLINA				1190,038
VEHÍCULOS A DIESEL				
CARGA LIGERA				
Automóviles compactos carga ligera		1,773	26 (365 d/año)	1,773
Usos múltiples		381	60 (313 d/año)	381
Camiones de carga ligera Clase 1		966	60 (313 d/año)	966
Camiones de carga ligera Clase 2		497	60 (313 d/año)	497
Camiones de carga ligera Clase 3		27,353	60 (313 d/año)	27,353
Camiones de carga ligera Clase 4		1,389	60 (313 d/año)	1,389
PADRÓN VEHICULAR TOTAL DE CARGA LIGERA A DIESEL				32,359

Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal. 2009.

Tabla 4.4. (b). Distancias recorridas por tipo de vehículo (Clasificación Melgar)

Nomenclatura Melgar	Número de vehículos en circulación	Distancias recorridas (km/día)	Número total de vehículos en circulación
CARGA PESADA			
Camiones de carga pesada Clase 5	666	200 (315 d/año)	666
Camiones de carga pesada Clase 6	6,023	200 (315 d/año)	6,023
Camiones de carga pesada Clase 7	16,556	200 (315 d/año)	16,556
Camiones de carga pesada Clase 4,5,6,7 y 8	13,957	100 (345 d/año)	13,957
Camiones carga pesada	21,083	60 (313 d/año)	21,083
Camiones tractocamiones	28,426	60 (313 d/año)	28,426
PADRÓN VEHICULAR TOTAL DE CARGA PESADA A DIESEL			86,711
TOTAL PADRÓN VEHICULAR DE CARGA A DIESEL			119,070
VEHÍCULOS A GAS LP			
Usos múltiples	9,629	60 (313 d/año)	9,629
Camiones Clase 2	9,371	26 (313 d/año)	9,371
Camiones Clase 6	2,706	60 (313 d/año)	2,706
TOTAL PADRÓN VEHICULAR DE CARGA A GAS LP			21,706

Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal. 2009.

Tabla 4.5. Velocidad por tipo de vialidad y hora del día en el D.F.

Hora	Velocidad por tipo de vialidad (km/h)			
	Rápida	Arteria	Habitacional	Promedio
5:30	51.82	24.58	20.54	32.31
7:30	51.82	14.63	20.53	28.99
9:30	32.27	13.99	21.63	22.63
11:30	32.95	15.71	21.72	23.46
13:30	15.07	11.69	11.96	12.91
15:30	3.35	18.36	13.96	11.89
17:30	14.94	18.66	15.46	16.35
19:30	40.86	23.89	11.96	25.57
Promedio	30.385	17.689	17.220	21.764

Fuente: Páramo(2009).

A partir de los valores publicados en el Balance Nacional de Energía (2008)⁴⁴, se elabora el siguiente Cuadro 4.1.

⁴⁴ Secretaría de Energía (SENER), www.sener.gob.mx/

Cuadro 4.1. Poder calorífico de combustibles

Combustible	Poder calorífico (PJ/l)
Gas LP	0.000000024309
Gasolina	0.0000000319578
Diesel	0.000000035392

Tabla 4.6. Volumen de energía consumida por las UTU's que operan en el DF (2008)

Tipo	Tipo de unidad	Tipo de servicio	Combustible	Consumo de energía (PJ/año)			
				Legal	llegal	Regularizado	Total
Carga y/o pasajeros	Camioneta particular (carga, pasajeros y servicios)	Particular	Gasolina	20.582	2.091	1.085	23.758
			Diesel	2.053			2.053
			Gas	0.951			0.951
	Unidades de usos múltiples (carga, pasajeros, servicios)	Particular	Gasolina	47.003	0.530	0.682	48.216
			Diesel	0.026			0.026
			Gas	0.977			0.977
		Oficial	Gasolina	0.49			0.49
		Público	Gasolina	0.736			0.736
	Camioneta uso oficial	Oficial	Gasolina	3.95			0.395
	Camioneta uso público	Público	Gasolina	1,611			1.611
			Diesel	0.012			0.012
Motocicletas (carga, pasajeros)	Particular	Gasolina	1.496			1.496	
TOTAL				76.332	2.621	1.768	80.721
Carga	Tractocamiones	Particular	Diesel	11.459	1.021		12.48
		Público	Diesel	0.38			0.38
	Camiones para construcción	Particular	Diesel	0.411			0.411
			Gas	0.154	0.668		2.7
	Camiones	Público	Diesel	0.817			0.817
		Oficial	Diesel	0.323			0.323
	TOTAL				15.575	1.689	0
Servicios	Tractocamiones	Oficial	Diesel	0.024			0.024
	Camiones uso oficial (basura, obras, etc)	Público	Diesel	0.728			0.728
			TOTAL				0.752
CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL DE VEHÍCULOS DE CARGA EN EL DF							98.738

Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal. 2009

Según la Tabla 4.6, el consumo energético total del sector transporte de carga es de 98.738 PJ, de los cuales 80.72 PJ (81.75 por ciento) corresponden a vehículos de carga y/o pasajeros, 17.26 PJ (17.5 por ciento) a carga de superficie, los tractocamiones son los consumidores más importantes (12.86 PJ) con una participación de 72.3 por ciento del total de este tipo, y 0.752 PJ (0.99 por ciento) a vehículos de servicios.

4.3 Impactos ambientales

El relieve del Valle de México presenta condiciones geológicas y topográficas muy particulares, conformado una cuenca cerrada delimitada por elevaciones montañosas, lo que provoca una dificultad de dispersión de los contaminantes generados.

El proceso de combustión interna de hidrocarburos en los motores de unidades de carga produce como contaminantes dióxido de carbono y agua (CO₂ y H₂O), pero la combustión no es ideal, bien por otros componentes e impurezas en el combustible, por la dificultad de mantener una relación exacta de aire-hidrocarburo en todo momento, por cambio de altitud a la que se encuentra el vehículo, cambio de temperatura en diferentes estaciones del año o la humedad relativa del aire, entre otros, lo que produce más componentes contaminantes.

Para el estudio se empleó el modelo MOBILE6, de la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos, modificado con ayuda del Instituto Mexicano del Petróleo, para adaptarlo a las características de las unidades que circulan en México; modelo que a la vez ha sido adoptado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría del Medio Ambiente del D.F. (SMA), para la configuración de sus inventarios de emisiones contaminantes a la atmósfera, derivadas de fuentes móviles.

Los datos de salida descriptivos y de difusión de MOBILE6 reportan niveles de emisión en gramos o miligramos de contaminante por milla viajada por el vehículo (g/mi o mg/mi). La salida de base de datos puede reportarse como g/mi o gramos por vehículo por unidad de tiempo (día u hora). El cambio en niveles de emisión para una categoría de vehículo dada en el tiempo se debe a cambios en la flota, a través de los cuales los vehículos más viejos construidos para normas de emisiones menos estrictas, se reemplazan por vehículos más nuevos construidos para cumplir con normas más estrictas. Los niveles de emisión de MOBILE pueden combinarse con estimaciones de actividad de viajes (millas totales viajadas por vehículo), que también cambia con el tiempo, para desarrollar inventarios de emisiones vehiculares en operación, expresados en términos de toneladas por año.

MOBILE6 permite a los usuarios calcular y reportar sub-componentes de emisiones totales para algunos contaminantes. Por ejemplo, las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) que no son del escape (a menudo descritas como evaporativas) de vehículos que utilizan gasolina incluyen: emisiones diurnas (emisiones generadas por la elevación de temperatura durante el curso de un día cuando el vehículo no está siendo manejado); emisiones dejando el vehículo en caliente (hot soak), o emisiones que ocurren después del final de un viaje del vehículo, debido al calentamiento del vehículo, líneas de combustible y vapores de combustible; pérdidas por circulación (running losses) o emisiones que ocurren mientras se maneja un vehículo, debido al calentamiento del combustible y líneas de combustible; pérdidas por descanso (resting losses) o filtraciones pequeñas pero continuas y fugas menores de vapor de gasolina por conexiones defectuosas, mangueras permeables y otros componentes del sistema del combustible; y emisiones por recarga de combustible o vapores que escapan a la atmósfera cuando el combustible líquido que entra, desplaza los vapores contenidos en el tanque de combustible del vehículo.

Los contaminantes considerados fueron los seis básicos que normalmente se miden por el Sistema Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Materia Particulada y Bióxido de Azufre); así como los clasificados como tóxicos (Benceno, MTBE, 1,3 Butadieno, Formaldehído y Acetaldehído).

Los principales contaminantes por su mayor cantidad emitida por las unidades de carga son:

I. Monóxido de Carbono (CO):

Es un producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

Impide el transporte de oxígeno al fijarse en la hemoglobina de la sangre.

Es inodoro y se diluye fácilmente en el aire ambiental.

II. Bióxido de Carbono (CO₂):

Es el producto natural de la combustión de combustibles fósiles en motores.

No es tóxico, lo ingerimos en bebidas gasificadas, pero dada la magnitud de su cantidad expulsada a la atmósfera es el principal causante del efecto invernadero, produciendo calentamiento global.

III. Monóxido de Nitrógeno (NO):

Se produce en la quema de combustibles fósiles.

Es incoloro y se oxida rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno (NO₂), posteriormente en ácido nítrico (HNO₃), generando la lluvia ácida.

IV. Hidrocarburos (HC):

Residuos de combustible que no alcanza a quemarse en el motor.

Como resultado de los inventarios de emisiones, se ha reportado por parte de las autoridades en materia ambiental, que las fuentes móviles son responsables del 70% de las emisiones contaminantes, las fuentes fijas industriales del 25% y las fuentes naturales (tolvaneras del oriente de la Ciudad de México) del 5%⁴⁵.

⁴⁵ Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

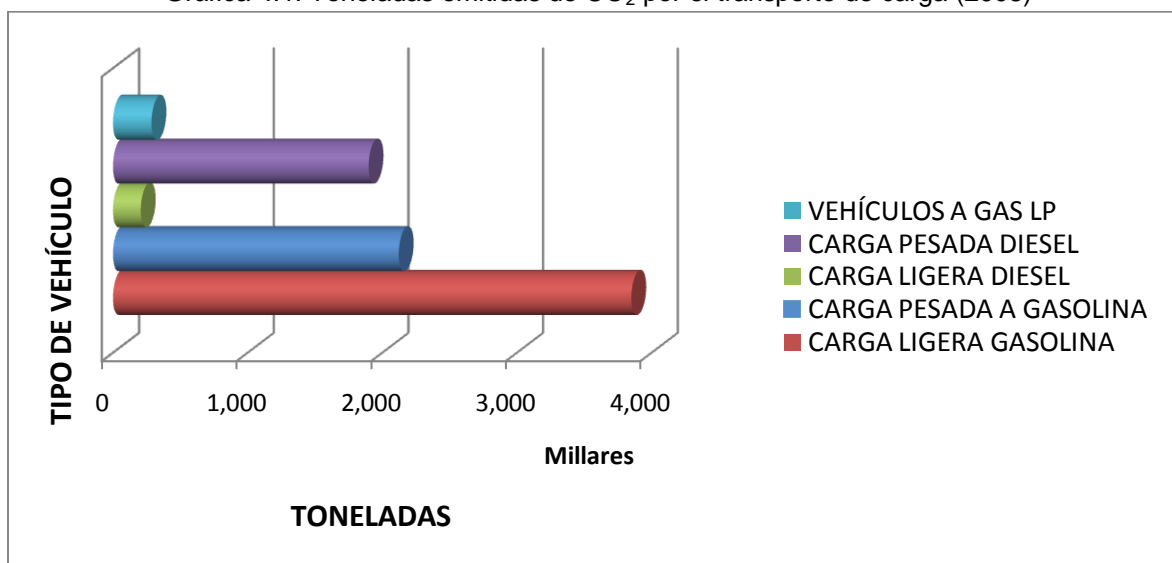
En la Tabla 4.7 se reflejan las emisiones contaminantes anualizadas en el D.F.

Tabla 4.7 Emisiones contaminantes totales anualizadas (2008) Toneladas

Clasificación	Subclasificación	EMISIONES CONTAMINANTES TOTALES ANUALIZADAS 2008 (toneladas)										
		COT	CO	NO _x	CO ₂	MP total	SO ₂	Benceno total	MTBE total	1,3 Butadieno	Formaldehido	Acetaldehido
VEHÍCULOS A GASOLINA												
CARGA LIGERA GASOLINA												
Motocicletas		1,562.20	11,707.79	314.19	55,157.07	16.89	14.27	38.87	71.10	14.51	43.97	10.11
Vehículo de carga ligera a gasolina 1		27,958.91	305,716.97	12,693.63	2,814,406.58	231.11	591.14	788.29	1,660.32	106.71	383.28	94.91
Vehículo de carga ligera a gasolina 2		5,726.97	62,621.56	2,600.10	576,489.23	47.34	121.09	161.47	340.09	21.86	78.51	19.44
Vehículo de carga ligera a gasolina 3		4,889.74	0.57	0.25	2.37	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vehículo de carga ligera a gasolina 4		228.92	2,481.16	104.61	31,650.83	1.96	6.42	6.50	13.52	0.87	3.41	0.81
Vehículo de carga ligera a gasolina 5		366.20	3,969.02	167.34	50,630.74	3.13	10.28	10.40	21.62	1.40	5.46	1.30
Vehículo de carga ligera a gasolina 6		1,024.80	11,107.05	468.30	141,686.96	8.77	28.76	29.11	60.51	3.92	15.28	3.65
Vehículo de carga ligera a gasolina 7		861.80	9,340.43	393.81	119,151.10	7.37	24.18	24.48	50.88	3.29	12.85	3.07
Vehículo de carga ligera a gasolina 8		444.21	4,757.93	230.55	60,495.07	3.75	12.28	12.72	26.01	1.71	6.62	1.59
Emisiones Totales Carga Ligera Gasolina		43,063.75	411,702.48	16,972.78	3,849,669.95	320.36	808.42	1,071.84	2,244.05	154.27	549.38	134.88
CARGA PESADA A GASOLINA												
Camiones de carga ligera a gasolina 9		36,682.59	701,960.84	15,574.19	1,990,487.99	296.69	522.84	1,026.02	975.24	165.85	1,250.45	215.70
Vehículo de carga ligera a gasolina 10		625.35	11,966.76	265.50	33,933.08	5.06	8.91	17.49	16.63	2.83	21.32	3.68
Vehículo de carga ligera a gasolina 11		3,260.85	63,860.75	1,209.03	97,882.99	17.65	32.30	92.21	80.51	15.61	115.52	19.91
Emisiones Totales Carga Pesada Gasolina		40,568.79	777,788.35	17,048.72	2,122,304.06	319.40	564.05	1,135.72	1,072.38	184.29	1,387.29	239.29
VEHÍCULOS A DIESEL												
CARGA LIGERA DIESEL												
Vehículo de carga ligera a diesel 12		13.06	30.74	19.23	3,315.30	2.10	1.06	0.26	0.00	0.12	0.50	0.16
Vehículo de carga ligera a diesel 13	Usos Múltiples	18.26	56.59	12.83	1,697.49	1.67	0.57	0.37	0.00	0.16	0.70	0.22
Vehículo de carga ligera a diesel 14	C. carga ligera C-1	46.30	143.48	32.52	4,303.88	4.22	1.44	0.93	0.00	0.42	1.79	0.57
Vehículo de carga ligera a diesel 15		23.82	73.82	16.73	2,214.31	2.17	0.74	0.48	0.00	0.21	0.92	0.29
Vehículo de carga ligera a diesel 16		442.08	1,061.95	577.74	185,450.41	55.60	58.64	8.84	0.00	3.98	17.06	5.44
Vehículo de carga ligera a diesel 17		22.45	53.93	29.34	9,417.27	2.82	0.45	0.45	0.00	0.20	0.87	0.28
Emisiones Totales Carga Ligera Diesel		565.97	1,420.50	688.30	206,398.60	68.50	62.90	11.30	0.00	5.00	21.80	6.90
CARGA PESADA DIESEL												
Vehículo de carga pesada a diesel 18		103.76	459.01	572.76	29,849.25	7.56	9.51	1.09	0.00	0.63	8.12	2.99
Vehículo de carga pesada a diesel 19		938.40	4,151.12	5,179.82	269,943.01	68.38	85.96	9.85	0.00	5.72	73.39	27.03
Vehículo de carga pesada a diesel 20		2,010.91	8,905.30	11,033.01	433,120.76	100.00	139.08	21.11	0.00	12.27	157.24	57.91
Vehículo de carga pesada a diesel 21		1,349.56	5,976.55	7,404.51	290,677.16	67.11	93.34	14.17	0.00	8.23	105.53	38.87
Vehículo de carga pesada a diesel 22	Camiones carga pesada	1,677.40	11,723.83	11,591.46	365,888.27	95.26	118.90	17.61	0.00	10.23	131.17	48.31
Vehículo de carga pesada a diesel 23	Camiones y tractocamiones	3,479.67	29,943.07	20,181.09	508,681.84	179.13	170.83	36.54	0.00	21.23	272.12	100.22
Emisiones Totales Carga Pesada Diesel		9,559.70	61,158.88	55,962.65	1,898,160.29	517.44	617.62	100.37	0.00	58.31	747.57	275.33
VEHÍCULOS A GAS LP												
usos múltiples	usos múltiples	150.09	51.72	712.30	162,080.28	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camiones C-2	camiones clase 2	63.30	21.81	300.39	68,352.91	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camiones C-6	camiones clase 6	42.38	14.60	201.13	45,767.07	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camiones pasajeros C-6	Camiones de pasaje	9.10	3.14	43.18	9,825.24	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Emisiones Totales Gas LP		264.80	91.20	1,257.00	286,025.50	17.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EMISIONES TOTALES		94,023.01	1,252,161.41	91,929.45	8,362,558.40	1,243.60	2,052.99	2,319.23	3,316.43	401.87	2,706.04	656.40

Contaminantes analizados del transporte de carga: CO₂, CO y NOx:

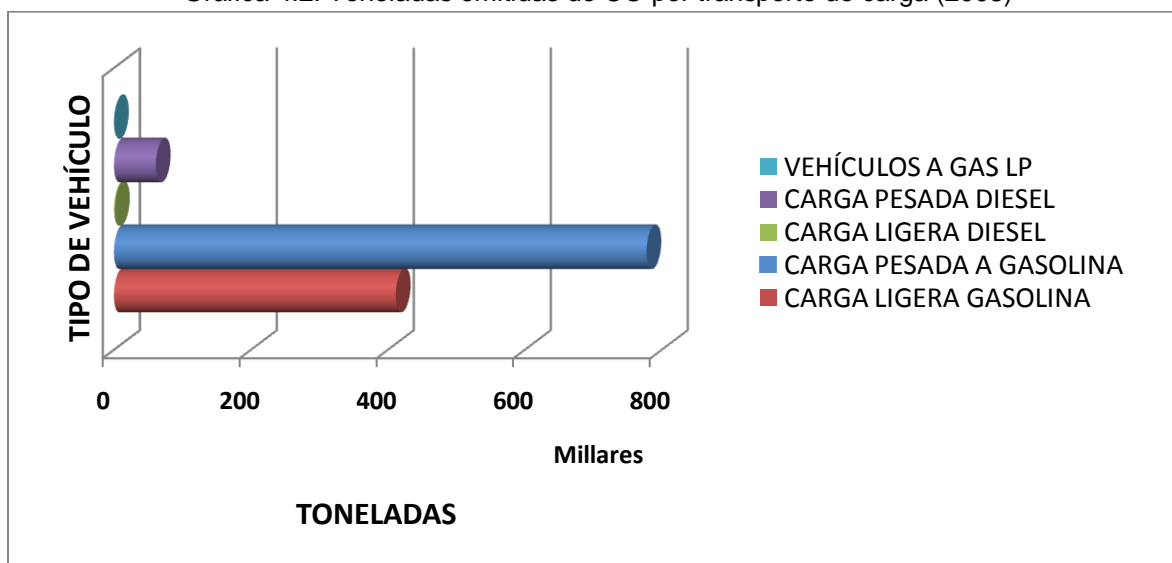
Gráfica 4.1. Toneladas emitidas de CO₂ por el transporte de carga (2008)



Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

Según la Gráfica 4.1, el principal contaminante de CO₂ son los vehículos de carga ligera a gasolina, seguido por los vehículos de carga pesada a gasolina y diesel.

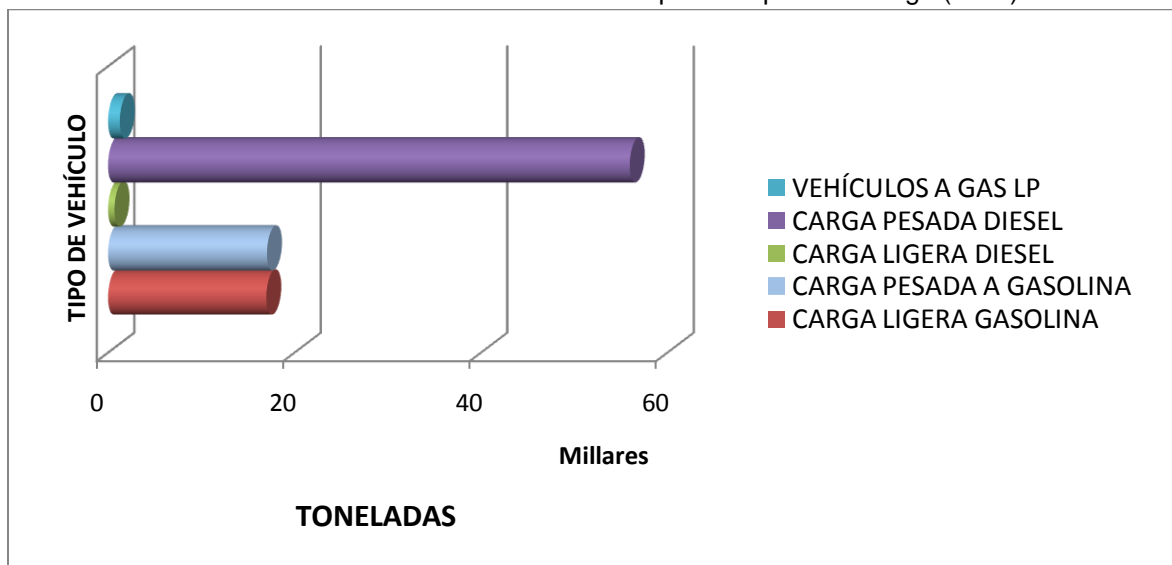
Gráfica 4.2. Toneladas emitidas de CO por transporte de carga (2008)



Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009.

Como se puede observar en la Gráfica 4.2, el principal contaminante de CO es el motor de gasolina en vehículos de carga ligera y carga pesada, seguido por motores diesel en vehículos de carga pesada.

Gráfica 4.3. Toneladas emitidas de NOx por transporte de carga (2008)



Fuente: Elaboración propia con datos de Balance energético del Transporte en el Distrito Federal.2009.

Según la Gráfica 4.3, el principal contaminante de NOx son los vehículos de transporte de carga pesada a diesel, seguido por los ligeros y pesados de gasolina, en proporciones similares.

El ruido producido por las unidades de carga:

El ruido es sonido indeseado, se crea cuando las vibraciones en el aire mueven partículas, en un patrón similar a una onda, que son percibidas por el oído.

La unidad de medida es el decibelio (dB), por debajo de los 45 dB se considera una zona de bienestar y a partir de los 55 dB las personas empiezan a considerar molesto el ruido. Cuando se sobrepasan los 85 dB se manifiestan los efectos nocivos. Como niveles de sonido recomendado están [Tabla 4.8]:

Tabla 4.8 Valores admisibles de ruido⁴⁶:

Descripción	Valores
Dentro del hogar en el Día	40 dB
En el hogar de Noche	35 dB
Al exterior del hogar de Día	65 dB
En la calle de Noche	50 dB

Los niveles sonoros producidos por las unidades de carga, [Tabla 4.9], son muy superiores a los recomendados [Tabla 4.8], por lo que las zonas habitacionales cercanas a estas vías primarias sufren contaminación acústica.

En la Tabla 4.9 vemos que el problema es del conjunto del flujo vial, si bien es cierto, que las unidades de carga son las causantes del nivel sonoro más elevado. Además de la contaminación sonora externa, el operador de la unidad está sometido a un nivel sonoro de 75 dB dentro de la unidad de de carga, siendo mayor en 10 dB al recomendado de 65 dB [Tabla 4.9].

En las observaciones de campo en los 5 accesos a la Ciudad de México estudiados, se analizan las diferentes unidades en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9 Nivel sonoro de unidades de carga

Unidad	Distancia (metros)	Nivel sonoro dB
T3-S2-R4	4	98
T3-S2-R3	4	90
T3-S3	4	93
T3-S2	4	85
C3	4	85
Automóviles	4	80
Bocinas camión	4	97
Freno motor	4	105
Interior de cabina C3	0	75

Fuente: Elaboración propia.

En la autopista México-Querétaro (zona de Cuautitlán Izcalli) se midió el nivel sonoro del flujo vehicular a diferentes distancias [Tabla 4.10], se observan valores superiores a los admisibles de ruido, incluso a 30 metros de distancia, donde se encuentran las casas habitación.

⁴⁶ http://www.solerpalau.es/formacion_01_23.html

Tabla 4.10 Nivel sonoro de la autopista México-Querétaro

Sonido del flujo vehicular en la autopista México-Querétaro	
Distancia (metros)	Rango en dB
4	80-100
15	75-87
30	72-85

Fuente: Elaboración propia.

Como caso destacado y preocupante, en la Ciudad de México, se encuentra el nivel sonoro de la calle Constituyentes (en el acceso México-Toluca), en donde circulan de 3 a 5 unidades de carga T3-S2-R4 a la hora, sentido D.F., (en el rango aforado de 7 am a 9 pm), cargados de refrescos de una multinacional, cuya fábrica está en la carretera de Toluca.

La vía de Constituyentes es de bajada en dirección al D.F., dichas unidades T3-S2-R4 circulan por el segundo carril de un total de tres carriles, con casa habitación a 5 metros, al ser la unidad de carga de doble remolque, cargado y de bajada, aplican el freno motor para mantener la velocidad de la unidad estable, lo que provoca un nivel sonoro de 105 dB, generando una molestia y daño grave a la salud de los peatones, los residentes de la zona, incluida la escuela vocacional que se encuentra en esa calle.

Este problema se agrava en la noche, perjudicando el sueño de la población residente en la calle Constituyentes, [Foto 4.9]:

Foto 4.9 Unidad con alto nivel sonoro por freno motor



Fuente: Elaboración propia.

Impacto ambiental por recolección de residuos sólidos urbanos:

El servicio de recolección de basura en el D.F. es poco regulado, los pepenadores separan la basura en la calle, generando múltiples problemas de salubridad, ya que separan aquello que les reditúa y parte del resto queda esparcido en la vía pública, [Foto 4.10], o simplemente dejan caer todos los líquidos putrefactos a la vía pública, [Foto 4.12].

Las unidades públicas encargadas de la recolección de residuos urbanos están en muy mal estado y dan una imagen muy deplorable en la ciudad, [Foto 4.11].

Fotos 4.10 Separación de residuos urbanos en la vía pública

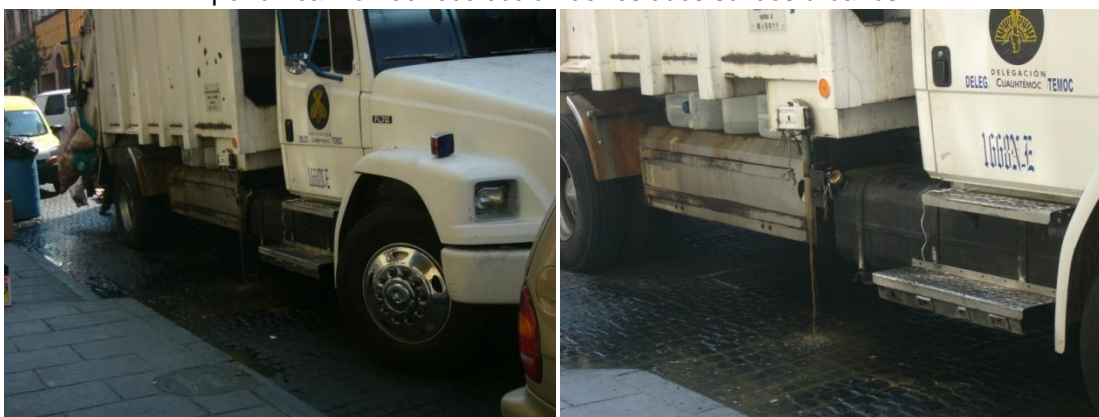


Foto 4.11 Camión de recolección de residuos urbanos



Fuente: Elaboración propia.

Foto 4.12 Vertido de líquidos putrefactos en el Centro Histórico del D.F por un camión de recolección de residuos sólidos urbanos.



Fuente: Elaboración propia.

Los vehículos de recolección de basura comienzan a trabajar muy temprano, al estar estacionados en doble fila, la mayoría de las veces, generan un obstáculo visual para el resto de usuarios de la vía, así como un peligro para los empleados de recolección de residuos sólidos urbanos, por eso la necesidad de una señal de “alerta” mediante luces giratorias similares a las empleadas en ambulancias.

La poca información existente al respecto da pie a una investigación específica de unidades de recolección de residuos sólidos urbanos.

4.4 Impactos en infraestructura urbana

Masas y dimensiones

Según la NOM-012-SCT-2-2008, la red de carreteras federales presenta un ritmo de deterioro en pavimentos y puentes superior a los recursos que se destinan en el presupuesto para su mantenimiento.

En el pasado las prioridades presupuestales estuvieron dirigidas a privilegiar la construcción de nueva infraestructura más que a mejorar la existente.⁴⁷

Evaluación de la interacción de vehículos pesados con el pavimento

La circulación de vehículos de carga con ruedas neumáticas, que ejerzan sobre el pavimento una presión superior a 9 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie bruta de apoyo produce hundimiento del pavimento, generando grietas y baches.

Hay que considerar dos aspectos fundamentales, el efecto de la condición del pavimento sobre el desempeño del vehículo y la influencia del comportamiento dinámico y las condiciones de operación del vehículo sobre el pavimento.

⁴⁷ NOM-012-SCT-2-2008.

Conducir vehículos sobrecargados a alta velocidad y en caminos de alta rugosidad daña gravemente el pavimento y reduce significativamente la vida útil del vehículo, existe la evidencia que hace suponer que, bajo ciertas condiciones, la suspensión de aire es menos dañina que la de muelles.

El nivel de vibración en un camión equipado con suspensión de aire es mucho menor que uno con suspensión de muelles, beneficia al pavimento y a la mercancía transportada ya que el vehículo circula con mayor comodidad y seguridad, las llantas permanecen más tiempo en contacto con el suelo, el camión de muelles tiende a saltar, sobre todo si lleva poco peso.

Karamihas y Gillespie (1994) presentaron una revisión práctica de resultados experimentales de la interacción del vehículo y sugieren uniformar la masa de la carga sobre el pavimento, como en el caso de los C3 de volteo, donde se reparte gran tonelaje en los 2 ejes traseros de los 3 que tiene, en el Estado de California se añade un eje central dinámico que se utiliza con la unidad cargada, [Foto 4.13].

Foto 4.13 Camión C3 de volteo vacío (eje central levantado) y cargado (eje central bajado)



Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de carga no están sometidas a control de masa en el Distrito Federal, por lo que, además de ir sobrecargadas muchas de ellas, presentan irregularidades como llantas en muy mal estado e incluso, algunas unidades llevan menos llantas de las que el fabricante recomienda, lo que provoca un mayor masa por eje con el consecuente daño al pavimento.

Es conveniente regular la masa permitida por eje, además del total de la NOM-012-SCT-2-2008, y realizar controles de masa en las entradas a las ciudades.

Como podemos observar en la Foto 4.14, un tráiler que transporta un contenedor proveniente de la Estación Intermodal Pantaco y otro que transporta chatarra en la Foto 4.15, llevan un eje del semirremolque sin llantas, la presión ejercida sobre el pavimento es mayor, deteriorándolo en mayor medida, la suspensión es de muelles, por lo que se agrava la situación desfavorable tanto para la unidad como para el pavimento. También se puede observar que las llantas restantes del primer semirremolque están en muy mal estado, representando un peligro de seguridad para los demás usuarios de la vía y el operador de la unidad en caso de explosión de alguna llanta.

Esta presión se puede comprobar con bandas móviles de control de peso como en la Foto 4.16.

Foto 4.14 Vehículo 1 sin llantas en un eje del semirremolque



Foto 4.15 Vehículo 2 sin llantas en un eje del semirremolque



Fuente: Elaboración propia

Foto 4.16 Bandas móviles de control de peso



Fuente: El Adelantado de Segovia

4.5 Ciclos de manejo

En muchas ocasiones los conductores son sometidos a largas horas de manejo, con el consiguiente peligro de sueño, despiste, falta de reflejos que genera la concentración continuada en una actividad tan desgastante, pudiendo generar graves accidentes. No existen datos de accidentes de unidades de carga en el D.F. provocados por esta circunstancia, pero es destacable que países europeos y EEUU tienen normatividad para reglamentar el número de horas que un conductor puede estar al volante.

Todo operador ha de tener unas condiciones físicas adecuadas para conducir:

- Sentido de la vista y del oído en óptimo estado.
- Aptitudes psíquicas óptimas, que son afectadas por:
 - Intoxicación alcohólica, ya que el alcohol, al pasar a la sangre, se extiende por todo el organismo afectando al cerebro y a la vista.
 - Drogas, estupefacientes y sustancias análogas. Hay medicamentos que también pueden originar una disminución en nuestras aptitudes.
 - Estado anímico, puede influir en la conducción y concentración del operador.
 - El tabaco, que puede ser causa de una distracción en la conducción y puede producir somnolencia, disminución de los reflejos e irritación de los ojos.
 - Alimentación, que debe ser adecuada para evitar fatiga, sueño o mareos.
 - Vestuario, que debe ser cómodo, el calzado flexible y ligero.

- La fatiga es uno de los principales factores de riesgo en la conducción y puede ser física (cansancio muscular, agotamiento) o psíquica (disminuye la capacidad de percepción y concentración).
- El sueño, que disminuye la capacidad de reacción y aumenta las distracciones, puede ser causa de graves accidentes.

La fatiga y el sueño

El conductor es un ser humano, y como tal necesita tres cosas para vivir, agua, comida y sueño. Si no come y bebe agua se debilitará, si no duerme, el cerebro le obligará a hacerlo sin importar lo que esté haciendo en ese momento.

Dormir no es solamente “un intermedio” de la vida diaria. Es un estado activo muy importante para renovar su salud mental y física.

La fatiga es la respuesta natural del organismo frente al esfuerzo físico y mental sostenido en el tiempo, notando dificultad o falta de motivación para continuar con dicho esfuerzo, perdiendo reflejos y disminuyendo el estado de alerta pudiendo derivar en sueño.

Un vehículo a 90 km/h avanza 25 metros en un segundo, lo que dura un pequeño despiste o pestañeo de un operador, suficiente para generar una situación de peligro o un accidente.

Las causas de la fatiga son multifactoriales como: descanso inadecuado, pérdida o fragmentación del sueño, interrupción del ciclo biológico, exceso de actividad física o exceso de trabajo mental, así como otros elementos como alcohol, drogas, enfermedades o salud deteriorada y condiciones ambientales adversas, entre otras.

En Estados Unidos las primeras disposiciones de control en materia de horas de servicio al volante fueron publicadas en 1939. En 1995 el Congreso de ese país analizó con detalle los efectos de la fatiga como factor determinante en los accidentes de vehículos comerciales, ofreciendo a los conductores la oportunidad de un descanso necesario y sueño reparador.

En la tabla 4.11 se muestra la legislación de EEUU y el Estado de California:

Tabla 4.11 Horas de servicio al volante en EEUU (Federal) y California		
CONDICIÓN	FEDERAL (Comercio interestatal)	CALIFORNIA (Comercio intraestatal)
Tiempo de conducción	No podrá conducir durante más de 11 horas, después de 10 horas consecutivas fuera de servicio.	No podrá conducir durante más de 12 horas, después de 10 horas consecutivas fuera de servicio.
En el tiempo de actividad	No puede manejar y realizar otra actividad en servicio más allá de la hora 14 después de haber entrado en servicio después de 10 horas de descanso. Puede realizar el trabajo, con excepción de conducir después de haber estado en servicio durante 14 horas.	No puede manejar después de estar en servicio 16 horas. Puede realizar el trabajo, excepto para la conducción, después de haber estado en servicio durante 16 horas.
Varios días sobre las limitaciones de tiempo de servicio	No está apto para conducir después de haber estado manejando durante 60 horas en un período de 7 días. Sin embargo, si un transportista dispone de vehículos de motor comerciales de funcionamiento 7 días a la semana, el conductor no es elegible para conducir después de haber estado manejando durante 70 horas en un período de 8 días. Los conductores no podrán reiniciar un periodo de 7 / 8 días consecutivos hasta tomar 34 o más horas consecutivas fuera de servicio.	No es apto para conducir después de haber estado manejando durante 80 horas en cualquier período de 8 días consecutivos o si el transporte de productos agrícolas después de haber estado en servicio 112 horas en cualquier período consecutivo de 8 días. Para los conductores de camiones, un período de 8 días consecutivos puede terminar con el inicio de un período de descanso de 34 o más horas consecutivas.
Fuera el tiempo de actividad	Después de conducir durante 11 horas o, en servicio durante 14 horas, no puede conducir de nuevo hasta que haya tenido 10 horas consecutivas fuera de servicio. Excepción: Si el camión está equipado con una cabina para dormir, estas 10 horas pueden ser divididas en dos períodos previstos en no menos de 8 horas.	Después de conducir durante 12 horas o haber estado en servicio durante 16 horas, no puede conducir de nuevo hasta que haya tenido 10 horas consecutivas fuera de servicio. Excepción: Si el camión está equipado con una cabina para dormir, estas 10 horas pueden ser divididas en dos períodos previstos en no menos de 8 horas.
Adversas condiciones de manejo	Puede manejar 2 horas adicionales si se encuentra con condiciones climáticas adversas que no eran evidentes al inicio del viaje.	Puede manejar 2 horas adicionales si se encuentra con condiciones climáticas adversas que no eran evidentes al inicio del viaje. Independientemente de las condiciones adversas, no se les permite conducir durante más de 14 horas o después de haber estado en servicio más de 16 horas.

Fuente: www.fmcsa.dot.gov o www.chp.ca.gov

Como podemos observar en la Tabla 4.11, en EEUU a nivel interestatal se presenta la reglamentación más estricta:

- Los operadores no pueden manejar más de 11 horas en días normales de trabajo, seguidas de 10 horas de descanso.
- No podrá estar en servicio (manejar y otras actividades del servicio) más de 14 horas, después de un período de descanso de 10 horas.
- Con 8 días consecutivos de trabajo, se debe descansar al menos 34 horas.
- Después de manejar 11 horas o estar en servicio 14 horas, hay que descansar 10 horas, puede ser en la unidad siempre que tenga cabina para dormir, pudiendo dividir en dos partes el descanso, teniendo como mínimo, una parte de 8 horas.
- Puedes conducir 2 horas adicionales si encuentras clima adverso.

La legislación Europea se ordena en tres factores:

I. Conducción diaria.

- El tiempo máximo de conducción diaria no podrá exceder de 9 horas, si bien, dos veces por semana podrá conducir 10 horas.
- No podrá manejar de una manera ininterrumpida más de 4 horas y 30 minutos, después de ese tiempo deberá descansar 45 minutos, también ininterrumpidos. Puede sustituirse los 45 minutos por tres períodos de, al menos, 15 minutos en el período de conducción de las 4 horas y 30 minutos.

II. Conducción semanal.

- Comprende el período desde las 0 horas del lunes a las 24 horas del domingo.

La actividad de conducción semanal no puede exceder de 6 días consecutivos, con un máximo de 56 horas de trabajo al volante. Después de conducir durante 6 días consecutivos hay que tomar un descanso semanal, que es de 45 horas ininterrumpidas.

III. Conducción bisemanal.

El tiempo de conducción en dos semanas consecutivas no puede exceder de 90 horas. Por ejemplo, si en la primera semana se conducen 56 horas, en la segunda semana sólo se pueden conducir 34 horas.

El control de velocidad del vehículo y de horas de manejo y descanso está representado en un disco de 24 horas, como el que se muestra en la Foto 4.17.

Foto 4.17 Colocación de un disco de control en un tacómetro



Fuente. Elaboración propia.

Actualmente los transportistas tienen la obligación de llevar:

- Bitácora de horas de servicio del conductor: Registro diario que contiene los datos necesarios para conocer el tiempo efectivo de conducción y determinar el descanso.
- Carga porte: Título legal del contrato entre el remitente y la empresa de autotransporte, y por su contenido se decidirán las cuestiones que se susciten con motivo del transporte de las cosas, contendrá las menciones que exige el código de la materia y surtirá los efectos que en él se determinen, como el aseguramiento de la carga con un mínimo establecido por tonelada o el estipulado por el remitente.

5. Estrategias de mejoramiento del transporte de carga

Plataformas Logísticas Urbanas

Son lugares donde se rompe la unidad de carga (separación de mercancía) y de tracción (cambio de unidad de transporte). Se crean las condiciones para que en zonas urbanas de difícil acceso se realice el abastecimiento de diversos productos, sin necesidad de recurrir a grandes flotas vehiculares, rutas largas, vehículos inadecuados y grandes tiempos de espera.

La falta de una plataforma logística produce un mayor consumo energético, ya que, por ejemplo, varios camiones pueden ir a media carga, a un mismo cliente, generando congestión, contaminación, ruido, molestias y, además, volver vacíos a sus puntos de origen, si estas operaciones se coordinaran sería más rentable para las empresas, los clientes (solo tendrían una pérdida de tiempo para todo su pedido) y los demás usuarios de la vía.

El problema estructural radica en la protección de datos de ventas, clientes y procesos que las empresas no quieren que caigan en conocimiento de la competencia; por eso se justifica una distribución casi personalizada de su producto, para mantener en discreción sus operaciones, no hay que olvidar que las empresas viven en un libre mercado, si se unifican los procesos de distribución se unifica el conocimiento de ventas a la competencia, lo que puede provocar riesgos de espionaje industrial y comercial, poniendo en riesgo toda la estructura de la empresa inicial.

La falta de Plataformas Logísticas Urbanas provoca a las empresas de transporte:

- Mayor consumo de combustible
- Aumento de riesgo de accidentes en vialidades.
- Dificultad en maniobras de carga y descarga.
- Incrementos de tiempo de traslado y costo en horas-hombre.
- La velocidad promedio de desplazamiento del transporte pesado de carga es menor que la del transporte de pasajeros.

Las estrategias de solución giran en torno a la explotación de la información del tránsito en tiempo real, al ordenamiento en la gestión de la infraestructura vial, al uso de diversas áreas de transporte de la última tecnología y al apoyo por parte del gobierno, empresarios, profesionales y vecinos.

Posibles acciones para mejorar el transporte de carga

A nivel internacional, se han propuesto medidas para disminuir el problema del transporte de carga, entre las que destacan:

- Adición de vías alternas a avenidas y calles principales.
- Reducción del número de vehículos en circulación.
- Operación eficiente de semáforos y vialidad.
- Cambios en los horarios de trabajo y escolares.

En el D.F., además de las medidas anteriores, se puede tener en cuenta las siguientes:

- Elaboración de mejores reglamentos.
- Disminución de la corrupción.
- Evitar la ejecución incompleta de proyectos.
- Quitar las construcciones físicas en las vialidades, como topes, baches, etc.
- Orientación a los usuarios de vehículos para que no utilicen las vialidades como estacionamiento y que respetan las señales que impiden dar vuelta a izquierda en avenidas y calles de doble sentido.
- Combatir las malas prácticas de manejo, capacitando permanentemente a los conductores.
- Regular las marchas y manifestaciones.
- Orientación del uso de suelo para evitar el acomodo de puestos de comerciantes en vías de alto tránsito.
- Organizar los paraderos de autobuses, taxis y microbuses.
- Organizar la carga y descarga de mercancías, productos y materiales.
- Fomentar el transporte de calidad.

Los conductores de transporte de carga tienen, en general, mala reputación como usuarios de la vía pública, por ello es necesario cambiar esa percepción empezando desde dentro, los conductores tienen que sentirse valiosos, aumentando su autoestima se proyectará en una mejor imagen, así como fomentar la empatía, es decir, pensar e identificarse con las necesidades de los demás para poder entenderlos mejor. En la tabla 5.1 se reflejan las variables para mejorar el transporte de carga, desde el punto de vista de la unidad, con mantenimiento, revisiones y documentación en regla, en cuanto al conductor, capacitarlo para un mayor conocimiento, habilidad y actitud al volante, cumpliendo las leyes, reglamentos y conociendo sus derechos y obligaciones, para una mejor prestación del servicio aumentar la seguridad y confianza, con una tarifa justa.

Tabla 5.1 Aumentar la calidad del servicio de transporte

1. UNIDAD	2. CONDUCTOR	3. SERVICIO
Mantenimiento preventivo	Conocimiento, habilidad y actitud	Seguridad
Revisión de la unidad	Cumplir Leyes y reglamentos	Tarifa justa Buen trato
Documentos en regla	Derechos y obligaciones	Puntualidad Confianza

Fuente: Elaboración propia.

Reducción de contaminación

Para atender los problemas de contaminación de unidades de transporte de carga en la Ciudad de México es necesario mejorar la calidad de los combustibles, en particular en lo que se refiere a su contenido de azufre, para poder incluir en los vehículos los sistemas más avanzados de control de emisiones.

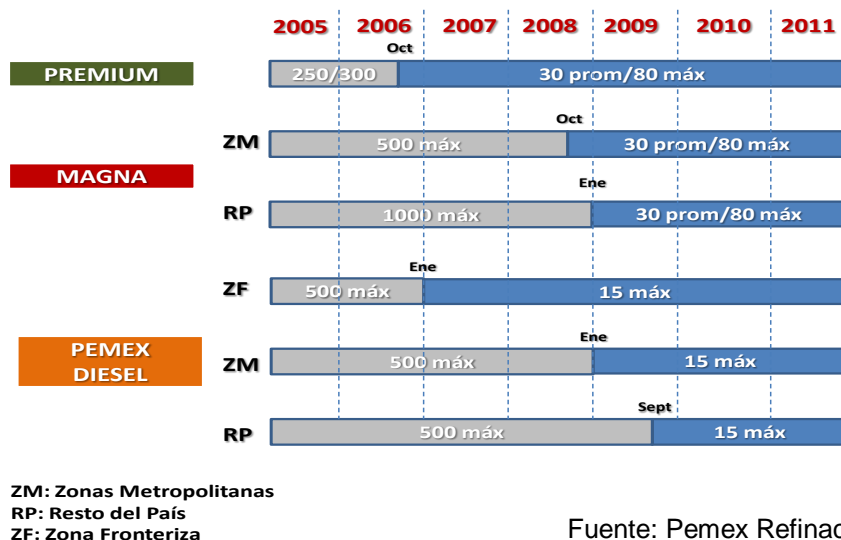
Bajo este esquema y por contarse con evidencias claras de los efectos dañinos a la salud debidos a la combustión de gasolinas con tetraetilo de plomo (antidetonante), que mantenía las concentraciones de plomo en la atmósfera arriba de lo máximo permitido a nivel internacional; en México a mediados de los ochentas se comenzó a disminuir la cantidad de este componente en las gasolinas en forma gradual hasta enero de 1998 en que se elimina por completo, sustituyéndose por oxigenantes (MTBE y TAME) para

la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM); con lo cual también se dio paso al uso de convertidores catalíticos en las unidades nuevas, permitiendo una mayor disminución en la generación de contaminantes derivados de este sector, con relación a hidrocarburos, monóxido de carbono, partículas y óxidos de nitrógeno; y por consiguiente con una menor formación de ozono en la atmósfera. No obstante, se continúan disminuyendo los contenidos de aromáticos y azufre.

En los años ochentas se determinaron inventarios de emisiones como base para los “Programas para el Mejoramiento de la Calidad del Aire”.

La programación de reducción de azufre en los combustibles de la Figura 5.1 no fue cumplida por parte de Pemex Refinación y a la fecha no se produce el diesel de Ultra Bajo Azufre, el diesel para el transporte contiene aún un máximo de 500 ppm (partes por millón). En 2008 la concentración de azufre en el diesel era en su mayor proporción de 500 ppm.

Figura 5.1. Programa de reducción de contenido de azufre en Pemex Refinación



En el 2008 la Gasolina Magna, que es la de mayor consumo, tenía un contenido de azufre promedio de 300 ppm y en la Premium debía de haberse disminuido a 30 ppm de su contenido máximo anterior de 300 ppm⁴⁸.

⁴⁸Revista: Energía a Debate, Mundi Comunicaciones, S.A. de C.V.

6. Conclusiones y recomendaciones para mejorar el transporte de carga

En el Distrito Federal, hay que partir de dos premisas:

- El reglamento del transporte de carga es escaso, básicamente son recomendaciones y no se cumplen ninguna de ellas.
- El sistema policial de Tránsito no hace cumplir el reglamento actual. En una pequeña encuesta realizada a 15 operadores de camiones de volteo en la calle Cuauhtémoc en noviembre de 2010, el total de los operadores abonaba una cantidad que varía entre los 100 y 200 pesos (M.N.) a los agentes de Tránsito para permitirles continuar su trayecto, bien por circular por vías prohibidas o por sobrepeso de la unidad.

Medidas recomendadas para mejorar el transporte de carga en el D.F.:

- Depurar y capacitar la Policía de Tránsito.
- Establecer un reglamento que impida, salvo permiso de la autoridad competente, el paso de vehículos de carga de alto tonelaje por las vías centrales de la ciudad.
- Implementar normas básicas de operación de carga y descarga para incidir en menor medida en la vida cotidiana del resto de la población, tanto en espacio para el resto de vehículos (zonas especiales de carga y descarga) o peatonales (dónde ubicar la mercancía en vía pública para su traslado), así como en molestias de ruido y olores.
- Limitar el horario de circulación de vehículos de carga, especialmente en operaciones de entrada y salida a la ciudad, por fines de semana o vacaciones. Limitar el horario de las labores de carga y descarga en horas de la mañana, por ejemplo, hasta las doce del mediodía, permitiendo acceder los vehículos de carga en la noche a la ciudad, descargar o cargar en la mañana y salir de la urbe cuando la tendencia de los vehículos es de entrada.

- Actualizar el reglamento en lo referente a las horas máximas de conducción. El actual reglamento propicia múltiples accidentes por falta de descanso de los operadores, lo que genera pérdidas humanas y materiales.
- Implementar una campaña de control de nivel de alcohol en los operadores, así como de masas, dimensiones y emisiones contaminantes de las unidades.
- Crear “Corredores de Seguridad de Transporte”, donde se respeten los semáforos, con menor riesgo de asalto, ya que se producen accidentes nocturnos, de éstas unidades, por la alta velocidad y la falta de respeto a las señales viales.
- Controlar los camiones de recolección de basura, los cuales laboran con unidades en muy mal estado, sin verificación alguna de sus unidades y con una operación anárquica, excediendo las dimensiones de carga y dando mala imagen a la ciudad.
- Establecer zonas de estacionamientos para unidades de transporte de carga, ya que en el D.F. podemos observar camiones de mudanzas y de carga en general estacionados en todo tipo de vialidades, para mayor seguridad, los propietarios de estas unidades, las estacionan cerca de sus viviendas, lo que genera molestias a los demás usuarios de la vía.
- Los camiones de recolección de escombros deben esperar en la obra hasta que llegue el turno de cargar y también mientras la carga se realiza, lo que representa grandes pérdidas en horas de espera, donde el camión no está funcionando, generando la necesidad de tener más unidades para poder solventar el servicio, lo que representa pérdidas de horas hombre, mayores costos de operación y en definitiva mayor volumen de vehículos de carga circulando.

Se puede implementar el uso de contenedores de construcción, son estructuras móviles que se dejan en las áreas de construcción y son recolectadas por camiones equipados para su manipulación, teniendo la posibilidad de dejar un contenedor vacío y recolectar uno llenado previamente, esto reduce

enormemente los tiempos de espera de la unidad, permite la circulación de menores unidades y una mayor eficiencia de operación, ya que pueden trabajar de noche.

- Implementar Plataformas Logísticas Urbanas, son espacios equipados para el desarrollo de actividades logísticas, es decir, un punto de concentración de mercancías provenientes de orígenes geográficos distintos, al mismo tiempo, puede constituirse como un punto de encuentro entre modos de transporte, y permitir su complementariedad. También puede ser aprovechado para realizar actividades anexas al transporte que incorporen valor agregado a las mercancías, como etiquetado, embalaje, formación de un mix adecuado, envasado, etc.

Permite realizar la distribución de productos terminados en una zona urbana con vialidad de acceso restringido (horario, tamaño de vehículos), se busca que la distribución de productos alcance un nivel óptimo de logística en flujos y en tipo de carga.

Para ello es necesario:

- Una localización estratégica en términos de su conectividad primaria dentro de la zona restringida, así como con la accesibilidad del exterior a la zona restringida.
- La existencia de fomento por parte de la autoridad local.
- La participación de algún operador logístico especializado en distribución urbana y la unidad de negocio de una empresa productora de bienes de consumo masivo.

Para enfrentar el problema del transporte de carga, tanto interno (horas de servicio), como externo (circulación en horarios y por vialidades inadecuadas), así como el alto índice de accidentes, se hace conveniente coordinar tres áreas importantes:

- **Legislación actualizada**

La Cámara de Diputados contempla 235 Leyes Federales y 68 Reglamentos de Leyes Federales en materia de transporte de carga federal. Faltan Leyes y Reglamentos que contemplen el factor de fatiga como potenciador de accidentes, siendo necesario limitar el número de horas de manejo, así como horarios y días restrictivos a la circulación del transporte de carga.

- **Capacitación**

Es un factor fundamental para aumentar la seguridad en el tránsito rodado.

La capacitación ha de englobar conocimientos de los aspectos técnicos de la unidad, los derechos y obligaciones de cada conductor en el desempeño de su función, así como recomendaciones para mejorar su salud.

- **Infraestructura y mantenimiento**

La mala calidad del pavimento de las vialidades y la escasa señalización incentivan las situaciones de riesgo que derivan en accidentes, por ello se hace necesario una mayor inversión en infraestructura de calidad, así como un mejor mantenimiento.

Referencias

- *Agenda de Competitividad para las Centrales de Abasto 2008-2012*. Secretaría de Economía.
- *Anuario estadístico de accidentes en carreteras Federales*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2006).
- *Anuario de Transporte y Vialidad 2002-2003*. Secretaría de Transportes y Vialidad del Gobierno del Distrito Federal. México, 2004.
- *Anuario de Transporte y Vialidad 2007*. SETRAVI-GDF. México, 2009.
- *Anuario estadístico de accidentes en carreteras Federales*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2006.
- *Balance energético del Transporte en el Distrito Federal, 2009*. Breceda Lapeyre, Miguel; Ramos, Gaudencio; Rodríguez Díaz, Juan Carlos; Sarmiento Torres, Rocío; Téllez Ballesteros, Miriam E.; Téllez Sánchez, Rubén.
- *Base de datos del Parque Vehicular del Distrito Federal 1972-2008*. Melgar de México, 2009.
- Cámara Nacional del Autotransporte de Carga (CANACAR)
- *Estudio Integral de Transporte y calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México* COMETRAVI, 1999. México. Banobras- SHCP-USTRAN-FOA.
- *Estudio Origen y Destino 2007*. INEGI-GDF-GEDM. México, 2008.
- *Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal (ELAC), 2006*. Secretaría de Medio Ambiente.
- *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. SEMARNAT-INE, 2007. México.
- *Grandes rutas del espacio social en México*, Margarita Camarena. UNAM, 1989.
- *Ingeniería de Tránsito*, Cal y Mayor, 2007
- Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT).
- *Instituto de Investigación del Transporte*, Karamihas y Gillespie, Universidad de Michigan, 1994.
- *Las nuevas tecnologías de la información y la distribución urbana de mercancías*. Francesc Robusté, José Magín, Miguel Estrada, Centro de Innovación del Transporte, CENIT, Universidad Politécnica de Cataluña, Dante Galván, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. 2003.
- *La Operación de los Transportes*. Alceda Hernández, Ángel, SETRAVI-GDF. México, 1997.
- *Manual estadístico del sector transporte*, Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte, 2009.
- *Ordenanza del Señor Cuauhtémoc*, Grupo Cuadrante, A.C., Laboratorio Gráfico Editorial, S.A. de C.V. Gobierno del Distrito Federal 2000.
- *Programa Integral de Transporte y Vialidad (PITV), 2001-2006*.
- *Revista: Energía a Debate*, Mundi Comunicaciones, S.A. de C.V.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, Instituto Mexicano del Transporte, IMT.
- *Transporte Público*, Molinero, Ángel, Fundación ICA. México, 1997.
- *Universidad de West Virginia y Universidad de Querétaro*. 1996. Alejandro Lozano y Víctor Muciño.
- Tokyo Metropolitan Government Environmental White Paper, 2006.
- *Vialidad y Tránsito*, 2008, M.I. Miriam Evelia Téllez Ballesteros
- Página de internet del Gobierno del Estado de California:
<http://www.dmv.ca.gov/pubs/pubs.htm?lang=es>

<http://www.fmcsa.dot.gov>

<http://www.chp.ca.gov>

- Página de internet: <http://www.misionpyme.com/cms/content/view/3276/95/>
- Página de internet: <http://www.inegi.org.mx>, *INEGI*
- Página de internet de la Secretaría de Transportes y Vialidad del GDF:
http://www.setravi.df.gob.mx/noticias/detalleNoticias.html?id_noticia=726
- Página de internet:
http://www.samuelalcalde.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3507:movilidad&catid=57:noticias-destacadas
- Página de internet: <http://www.sener.gob.mx/>, Secretaría de Energía (SENER),
- Página de internet: http://www.solerpalau.es/formacion_01_23.html
- Página de internet: <http://www.setravi.df.gob.mx>
- Página de internet: http://www.sedeco.df.gob.mx/ctreig/sesion.../EvolucionEco_DF.pdf
- Página de internet: <http://www.sma.df.gob.mx/transporte/>
- Página de internet: <http://www.securitycornermexico.com>
- Página de internet: <http://www.lapoliciaca.com/nota-roja/se-volco-un-trailer-en-la-mexico-cuernavaca/>
- Páginas de internet de Periódico “El Universal”:
<http://www.eluniversal.com.mx/notas/650434.html>
<http://www.eluniversal.com.mx/notas/722503.html>
- Página de internet de Periódico “El siglo de Torreón”:
<http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/504515.caen-taxi-y-caja-de-trailer-en-hundimiento-en.html>
- Página de internet de Periódico “El Porvenir”:
http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=172760
- Página de internet de Periódico “El adelantado de Segovia”: <http://www.eladelantado.com/>

Anexo. Artículo de pesos brutos vehiculares, dado en Bogotá, D. C., a 8 de mayo de 2009

El Ministro de Transporte, Andrés Uriel Gallego Henao

NOTA: Publicada en el Diario Oficial 47.343 de mayo 8 de 2009.

RESOLUCIÓN 001782 DE 2009

Por la cual se modifica el artículo 8° de la Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004

Artículo 8°. *Peso bruto vehicular.* El peso bruto vehicular para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional debe ser el establecido en la siguiente tabla:

VEHÍCULOS	DESIGNACIÓN	MÁXIMO (kg)	PBV, TOLERANCIA POSITIVA DE MEDICIÓN (kg)
Camiones	2	17,000	425
	3	28,000	700
	4	31,000 (1)	775
	4	36,000 (2)	900
	4	32,000 (3)	800
Tracto-camión con semirremolque	2S1	27,000	675
	2S2	32,000	800
	2S3	40,500	1,013
	3S1	29,000	725
	3S2	48,000	1,200
Camiones con remolque	3S3	52,000	1,300
	R2	16,000	400
	2R2	31,000	775
	2R3	47,000	1,175
	3R2	44,000	1,100
	3R3	48,000	1,200
	4R2	48,000	1,200
Camiones con remolque balanceado	4R3	48,000	1,200
	4R4	48,000	1,200
	2B1	25,000	625
	2B2	32,000	800
	2B3	32,000	800
	3B1	33,000	825
	3B2	40,000	1,000
	3B3	48,000	1,200
	B1	8,000	200
B2	15,000	375	
B3	15,000		

Parágrafo. Los números dentro de la tabla se refieren a:

1. Para el caso de un eje direccional y un eje trídém.
2. Para el caso de dos ejes direccionales y uno tándem.
3. Para el caso de dos ejes delanteros de suspensión independiente.