

Camiones de carga a gasolina	84	240	216,865	15,297	18,683
Vehículo < 3 diesel	133	24	249	150	168
Tractocamiones a diesel	1,933	353	16,214	22,081	7,389
Autobuses a diesel	867	158	6,846	8,596	2,850
Vehículo a diesel >3 ton	805	147	6,752	9,194	3,077
Camión de carga a gas LP	16	15	298	308	215
Motocicletas	22	62	22,575	214	4,704
Total	4,600	3,108	1,087,058	108,429	120,251

Tabla A.2.21. Inventario de emisiones por fuentes móviles en el Estado de México, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NOx	HC
Autos particulares	238	679	341,316	16,556	32,851.0
Taxis	11	32	16,253	727	1,577
Combis	3	8	5,783	263	550
Microbuses	17	47	61,565	2,705	5,613
Pick up	143	408	204,445	15,048	19,564
Camiones de carga a gasolina	-	-	-	-	-
Vehículo < 3 diesel	-	-	-	-	-
Tractocamiones a diesel	57	10	461	597	198
Autobuses a diesel	307	56	2,424	3,044	1,003
Vehículo a diesel >3 ton	1,757	321	14,204	18,468	6,128
Camión de carga a gas LP	-	-	-	-	-
Motocicletas	-	1	154	1	38
Total	2,533	1,562	646,605	57,409	67,522

Tabla A.2.22. Inventario de emisiones por fuentes móviles en la ZMVM, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NOx	HC
Autos particulares	701	2,000	822,477	47,380	81,705
Taxis	199	567	131,453	11,093	15,310
Combis	10	28	20,448	930	1,945
Microbuses	59	166	216,740	9,524	19,761
Pick up	183	522	255,503	18,961	24,599
Camiones de carga a gasolina	84	240	216,865	15,297	18,683
Vehículo < 3 diesel	133	24	249	150	168
Tractocamiones a diesel	1,990	363	16,675	22,678	7,587
Autobuses a diesel	1,174	214	9,270	11,640	3,853
Vehículo a diesel >3 ton	2,562	468	20,956	27,662	9,205
Camión de carga a gas LP	16	15	298	308	215
Motocicletas	22	63	22,729	215	4,742
Total	7,133	4,670	1,733,663	165,838	187,773

A.3. FUENTES DE AREA

El principal objetivo de inventariar las fuentes de área es contar con herramientas que sirvan para caracterizar las actividades de pequeña magnitud en función a los contaminantes emitidos a la atmósfera, a través de la recopilación de datos demográficos, parámetros económicos, materias primas, combustibles utilizados para la elaboración de bienes y servicios de mayor

demanda en la Zona Metropolitana del Valle de México, y para cuantificar la emisión de contaminantes, utilizando la metodología de balance de materiales, modelos computacionales y factores de emisión más adecuados; como se muestra a continuación.

Distribución y venta de gasolina

La estimación de emisiones en esta categoría, se ha dividido en tres etapas durante el proceso de distribución y venta de gasolina (DVG) a las estaciones de servicio, considerando en todo momento la eficiencia del sistema de recuperación de vapores (SRV). El SRV es un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y controlar la emisión de los vapores de gasolina producidos en la operación de transferencia de este combustible, que de otra manera, serían libremente emitidos a la atmósfera. La emisión de hidrocarburos totales (E_{HCT}) de gasolina, asociada al proceso DVG es la sumatoria de la emisión por etapas, es decir:

$$E_{HCT} = \text{Etapa I} + \text{Etapa II} + \text{Etapa III}$$

Cada etapa se define como:

Etapa I: Perdidas por respiración en tránsito (PRT).

Durante el transporte de gasolina ocurren pérdidas por respiración y son ocasionadas por camiones de reparto con fugas, presión en los tanques y efectos térmicos sobre el vapor y sobre el líquido, cuando el carro tanque realiza su recorrido hacia la estación de servicio (con carga) y a la terminal de almacenamiento (sin carga). La estimación de sus emisiones y se realiza con la siguiente ecuación.

$$E_{HC (PRT)} = [0.00125C_g] * [FE(tc) + FE(tv)]$$

Donde

$E_{HC (PRT)}$: Emisión de HC o pérdidas por respiración en tránsito [ton/año]

C_g : Volumen de gasolina distribuido a las estaciones de servicio [m³]

$FE(tc)$: Factor de emisión por transporte (carro tanque cargado) [kg/m³] tabla A.3.1

$FE(tv)$: Factor de emisión por transporte (carro tanque vacío) [kg/m³] tabla A.3.1

Etapa II: Perdidas por transferencia de gasolina al tanque de almacenamiento (PTGTA).

La emisión de HC, asociada a la transferencia de gasolina al tanque de almacenamiento, se ven afectadas por el hecho de que el tanque de la estación de servicio esté equipado para ser llenado por sumergido, por barboteo o por balance; por lo tanto, se debe obtener información acerca de la fracción de estaciones que aplica cada método de llenado. Una segunda fuente de emisión; es la respiración de los tanques, esta, ocurre diario y se atribuye a la frecuencia con la que se retira gasolina del tanque subterráneo, permitiendo la evaporación de la gasolina y la entrada de aire fresco que aumenta su evaporación.

Las emisiones por PTGTA, son estimadas con la siguiente ecuación modificada:

$$E_{HC (PTGTA)} = [0.00015Cg] * [6.66FE(bv) + FE(rts)]$$

Donde

- $E_{HC (PTGTA)}$: Emisión por transferencia de gasolina al tanque de almacenamiento [ton/año]
 Cg : Volumen de gasolina distribuido a las estaciones de servicio [m³]
 $FE(bv)$: Factor de emisión (balance de vapores) en la recarga del tanque de almacenamiento [kg/m³] tabla A.3.1
 $FE(rts)$: Factor de emisión (respiración del tanque subterráneo) [kg/m³] tabla A.3.1

Etapas III: Recarga de gasolina a vehículos automotores (RGVA).

Las emisiones producidas en la recarga de gasolina a vehículos automotores provienen de los vapores desplazados por la gasolina cuando es suministrada al tanque de almacenamiento del vehículo automotor.

La emisión por la RGVA se estima con la siguiente ecuación:

$$E_{HC (RGVA)} = [0.00015Cg] * [FE(bd)]$$

Donde

- $E_{HC (RGVA)}$: Emisión de HC por la RGVA [ton/año]
 Cg : Volumen de gasolina distribuido a las estaciones de servicio [m³]
 $FE(bd)$: Factor de emisión en la RGVA por la (bomba despachadora) [kg/m³] tabla A.3.1

Tabla A.3.1. Factores de emisión para HC en distribución y venta de gasolina

Factores de emisión [kg /m ³]				
FE(tc)	FE(tv)	FE(bv)	FE(rts)	FE(bd)
0.000599	0.00659	0.04	0.120	0.132

Fuente: AP-42, 1995

La emisión asociada a la actividad, se estimó a través del volumen de gasolina⁶ distribuido a las estaciones de servicio ubicadas en la ZMVM y que fue de 5,720,000 m³. Sustituyendo en las ecuaciones por etapas, el consumo de gasolina y los factores de emisión correspondientes de la tabla A.3.1 se obtuvieron los resultados de la tabla A.3.2.

Tabla A.3.2. Inventario de emisión de HC en estaciones de servicio de la ZMVM, 1998

Emisiones por etapa [ton/año]			
I	II	III	Total
51	332	113	496

Almacenamiento masivo de combustibles

⁶ Información proporcionada por PEMEX Refinación.

La emisión de hidrocarburos totales por fugas en los tanques de almacena masivo de líquidos orgánicos (Propiedad de PEMEX), se estima mediante el programa TANKS⁷. El sistema permite al usuario integrar la información específica acerca del tanque de almacenamiento (dimensiones, construcción y condición de la pintura), el líquido contenido (componentes químicos, volumen y temperatura) y la ubicación del tanque (ciudad principal más cercana y temperatura ambiente). Las características del informe del programa TANKS, incluyen la estimación de emisiones mensual, anual o la resolución temporal que asigne el usuario, el mismo usuario deberá realizar una corrido especial para cada componente químico o mezcla de químicos que se encuentre almacenado en un tanque. La Versión 3.0 del TANKS, mantiene la consistencia de la metodología de la USEPA para el cálculo de emisiones.

El almacenamiento de gasolina PEMEX-Magna, PEMEX-Premium, PEMEX-Diesel son los fluidos que serán evaluados en esta sección; la información de actividad es proporcionada por PEMEX refinación⁸ y se muestra en la tabla A.3.3.

Tabla A.3.3. Características de los tanques de almacenamiento de gasolina propiedad de PEMEX en la ZMVM, 1998

Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-1	TV-2	TV-3
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico	Fijo cónico	Fijo con membrana cónica
Producto almacenado	PEMEX-Magna	Recuperado	PEMEX-Magna
Diámetro del tanque	40.84 [mts]	9.15[mts]	18.2[mts]
Altura de operación	10.88[mts]	10 [mts]	10 [mts]
Altura de diseño	11.39[mts]	12.2[mts]	12.2[mts]
Capacidad de operación	89,410[bls]	5,000[bls]	20,000[bls]
Capacidad de diseño	100,000[bls]	5,740[bls]	37,892[bls]
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio	Blanco en buen estado	
Volumen bombeado	319,551[bls]	290,682[bls]	712,531[bls]
Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-4	TV-5	TV-6
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico		
Producto almacenado	PEMEX-Magna	PEMEX-Premum	Turbosina
Diámetro del tanque	40.84 [mts]		
Altura de operación	11.16[mts]		11.44 [mts]
Altura de diseño	11.65[mts]		
Capacidad de operación	91,251[bls]		94,115[bls]
Capacidad de diseño	100,000[bls]		

7 USER/S GUIDE to TANKS V.3.1; Emission Factor and Inventory Group, Emissions, Monitoring, and Analysis Division, Office of Air Quality Planning and Standards; U.S. EPA

8 Gerencia comercial Zona Valle de México.

Anexo A

Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio		
Volumen bombeado	758,461[bls]	110,245[bls]	274,936[bls]
Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-8	TV-9	TV-10
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico		
Producto almacenado	PEMEX-Magna		PEMEX-Premium
Diámetro del tanque	40.84 [mts]		
Altura de operación	11.14[mts]		
Altura de diseño	11.65[mts]		
Capacidad de operación	91,230[bls]	91,220[bls]	91,240[bls]
Capacidad de diseño	100,000[bls]		
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio		
Volumen bombeado	574,661[bls]	726,105[bls]	120,353[bls]

Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-12	TV-13	TV-14
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico		
Producto almacenado	PEMEX-Diesel		
Diámetro del tanque	40.84 [mts]		
Altura de operación	11.14[mts]		
Altura de diseño	11.65[mts]		
Capacidad de operación	91,405[bls]	91,297[bls]	
Capacidad de diseño	100,000[bls]		
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio		
Volumen bombeado	322,218[bls]	143,009[bls]	267,054[bls]
Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-15	TV-16	TV-17
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico		
Producto almacenado	Combustible industrial		PEMEX-Premium
Diámetro del tanque	22.35 [mts]		18.29[mts]
Altura de operación	10.55[mts]		8.73[mts]
Altura de diseño	11.23[mts]		11.28[mts]
Capacidad de operación	25,996[bls]	26,008[bls]	14,384[bls]
Capacidad de diseño	30,000[bls]		20,000[bls]
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio	Blanco en buen estado	
Volumen bombeado	88,261[bls]	106,188[bls]	27,871[bls]
Terminal de almacenamiento y distribución Azcapotzalco (TADAZC)			
Clave del tanque	TV-18	TV-19	

Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana geodésico		
Producto almacenado	PEMEX-Premium	Recuperado	
Diámetro del tanque	18.29 [mts]	12.95[mts]	
Altura de operación	8.73[mts]	6.58 [mts]	
Altura de diseño	11.28[mts]	11.65[mts]	
Capacidad de operación	14,394[bls]	5,450[bls]	
Capacidad de diseño	20,000[bls]	10,000[bls]	
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Aluminio		
Volumen bombeado	26,638[bls]	4,095[bls]	
Terminal de almacenamiento y distribución Satélite Oriente (TADSO)			
Clave del tanque	TV-2	TV-3	TV-8
Tipo de tanque	Vertical		
Tipo de techo	Fijo con membrana cónica		
Producto almacenado	PEMEX-Premiun	PEMEX-Diesel	PEMEX-Magna
Diámetro del tanque	30.48 [mts]	22.39[mts]	33.99[mts]
Altura de operación	6.9[mts]	7.3[mts]	
Altura de diseño	12.565[mts]	9.339[mts]	
Capacidad de operación	27,142[bls]	20,223[bls]	46,189[bls]
Capacidad de diseño	35,000[bls]	55,000[bls]	
Pintura del tanque	Blanco en buen estado		
Pintura del techo	Blanco en buen estado		
Volumen bombeado	49,057[bls]	196,226[bls]	981,132[bls]

Terminal de almacenamiento y distribución Satélite Oriente (TADSO)	
Clave del tanque	TV-6
Tipo de tanque	Vertical
Tipo de techo	Fijo cónico
Producto almacenado	Recuperado
Diámetro del tanque	9.15 [mts]
Altura de operación	6.90[mts]
Altura de diseño	12.58[mts]
Capacidad de operación	2,800[bls]
Capacidad de diseño	5,000[bls]
Pintura del tanque	Blanco en buen estado
Pintura del techo	Blanco en buen estado
Volumen bombeado	50[bls]
Tipo de construcción	Soldado
Tipo de sellos	Sin sello
Soporte del techo	Autosoportado

Terminal de almacenamiento y distribución Satélite Norte (TADSN)				
Clave del tanque	TV-3	TV-5	TV-6	
Tipo de tanque	Vertical			
Tipo de techo	Fijo con membrana cónica			
Producto almacenado	PEMEX -Diesel	PEMEX-Magna	Recuperado	
Diámetro del tanque	40.84 [mts]		18.2[mts]	
Altura de operación	10.38[mts]	7.31[mts]	5.5[mts]	
Altura de diseño	12.5[mts]			
Capacidad de operación	84,737[bls]	60,000[bls]	9041[bls]	
Capacidad de diseño	100,000[bls]		20,000[bls]	
Pintura del tanque	Blanco en buen estado			
Pintura del techo	Blanco en buen estado			
Volumen bombeado	211,107[bls]	583,000[bls]	524[bls]	
Terminal de almacenamiento y distribución Satélite Sur (TADSS)				
Clave del tanque	TV-3	TV-5	TV-6	TV-8
Tipo de tanque	Vertical			
Tipo de techo	Fijo con membrana cónica			
Producto almacenado	PEMEX -Diesel	Recuperado	PEMEX -Magna	PEMEX -Magna
Diámetro del tanque	18.2 [mts]	9.15[mts]	18.2[mts]	
Altura de operación	10[mts]			
Altura de diseño	12.2[mts]			
Capacidad de operación	18,496[bls]	5,000[bls]	20,000[bls]	37,892[bls]
Capacidad de diseño	20,000[bls]	5,740[bls]	37,892[bls]	40,000[bls]
Pintura del tanque	Blanco en buen estado			
Pintura del techo	Blanco en buen estado			
Volumen bombeado	93,270[bls]	50[bls]	674,160[bls]	80,602[bls]

Nota

- (1) Todos los tanques cuentan con el tipo de sellos Wipper, excepto los tanques TADSS-TV5; TADAZC-TV19, los cuales no tienen sello)
- (2) La unión en la construcción de los tanques es soldada.
- (3) Los soportes del techo son autosoportados.
- (4) Los tanques cuentan con: accesorios para sistemas de tele medición, tubo difusor de flujo, sistema de tierras, boquillas de purga, cámara de espuma, línea de inyección subsuperficial, anillos de enfriamiento, registros de hombre.

El modelo proporciona diferentes pantallas de entrada de datos para cinco diferentes tipos de tanques y existen cuatro categorías de información aplicables a cada uno de ellos, por lo que, para su mayor comprensión en el uso y aplicación de este programa, sugerimos la revisión del manual del usuario TANKS 3.0. En la figura A.3.1 se muestra el contenido de los datos de entrada al modelo y el reporte de emisión generado por el tanque TV-2 ubicado en la terminal de almacenamiento y distribución satélite oriente (TADSO-TV2-1998).

Figura A.3.1. Reporte típico del TANKS PROGRAM

TANKS PROGRAM 3.1

EMISSIONS REPORT - SUMMARY FORMAT
TANK IDENTIFICATION AND PHYSICAL CHARACTERISTICS

<p>Identification</p> <p>Identification : TADSO-TV2-1998 City: México Distrito State: DF Company: PEMEX Type of tank: Internafloatingroof Description:</p> <p>Tank dimensions</p> <p>Diameter(ft): 100.00 Volume (gallons): 323,741.0 Turnovers: 21.7</p> <p>Deck Characteristics</p> <p>Deck fitting category: Typical</p>	<p>Paint Characteristics</p> <p>Shell condition: Lightrus Shell shade: whiteWhite Shell paint condition: Good Roof shade: WhiteWhite Roof Condition: Good</p> <p>Rim-SealSystem</p> <p>Primary seal: Liquid- Secondary seal: none Deck type: Welded</p>
---	---

Deck fitting / status	Quantity
Vacum breaker (10-in. Diam.) / weighted mech. Actuation, gask.	1
Sample pipe or well (24-in. Diam.) / slit fabric seal 10% open	1
Roof leg or hanger well/adjustable	32
Leader well (36 -in. Diam.) /sliding cover, ungasketed	1
Column well (24 -in. Diam.) /built -up col. -sliding cover, ungask	6
Automatic gauge float well /unbolted cover, ungasketed	1
Access hatch (24-in. Diam.) /unbolted cover, ungasketed	1

Meteorological data used in emission calculations: México DF. Distrito_Federal Avg atmospheric pressure = 11.3 psia)

Mixture/component	Month	Daily liquid surf. Temperatures (deg F)			liquid bulk temp. (deg F)	Vapor pressures (psia)			Vapor mol weight
		Avg.	Min.	Max.		Avg.	Min.	Max.	
Gasoline (RVP 7)	All	52.02	51.11	52.93	52.02	2.95	N/A	N/A	68

Annual emissions report

	Liquid contents	Losses (lbs.):	Rim-seal	Deck-fitting	Deck-seam	Total standing	total
Gasoline (RVP 7)		14.18	822.7	3491.65	0	4314.43	4328.61
total		14.18	822.7	3491.65	0	4314.43	4328.71

Fuente: TANKS program 3.1

El dato sombreado en la figura A.3.1 (4,328.71 lb/año, equivalente a 1.96755 ton/año) es la emisión de hidrocarburos de gasolina “Premium” emitido a la atmósfera. Se realizó una corrida especial para cada uno de los tanques y la tabla A.3.4 muestra la emisión generada por tipo de combustible almacenado en un tanque específico de la terminal de almacenamiento y distribución correspondiente.

**Tabla A.3.4. Inventario de emisiones de HC
por almacenamiento masivo de combustibles en la ZMVM, 1998**

Terminal de almacenamiento	Clave de identidad del tanque	Combustible almacenado	Emisión de HC [ton/año]
Satélite oriente "TADSO"	TV-2	Premium	1.96755
	TV-3	Diesel	0.2028
	TV-8	Magna	2.2686
	TV-6	Recuperado	0.3827
Satélite norte "TADSN"	TV-3	Diesel	0.3985
	TV-5	Magna	2.923
	TV-6	Recuperado	1.1568
Satélite sur "TADSS"	TV-3	Diesel	0.1624
	TV-5	Recuperado	0.2668
	TV-6	Magna	1.0203
	TV-8	Premium	23.8192
Azcapotzalco "TADAZC"	TV-1	Magna	0.8017
	TV-2	Recuperado	60.0339
	TV-3	Magna	0.7341
	TV-4	Magna	0.8216
	TV-5	Premium	0.7923
	TV-7	Turbosina	0.2084
	TV-8	Magna	0.8133
	TV-9	Magna	0.7915
	TV-10	Premium	0.7927
	TV-12	Diesel	0.1378
	TV-13	Diesel	0.1276
	TV-14	Diesel	0.1346
	TV-15	Combustible industrial	0.0780
	TV-16	Combustible industrial	0.0940
	TV-17	Premium	0.4078
	TV-18	Premium	0.4076
	TV-19	Recuperado	0.3649
Total			102.11

Recarga de aeronaves

En la actualidad, la turbosina y el gas avión 100/130 son los combustibles más comunes y utilizados en aeronaves que realizan sus operaciones en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. La emisión de vapores de hidrocarburos, ocurre por desplazamiento en el momento que se recarga de combustible a la aeronave y es una función directa de la presión de vapor, del tipo de combustible y temperatura ambiente.

La estimación de sus emisiones se realiza con la siguiente ecuación:

$$E_{\text{HCT}}(j) = FE(j) * (C(j) / 2202.6) = [\text{ton/año}]$$

Donde

$E_{\text{HCT}}(j)$: Emisión de HC totales producidas en la carga del combustible (j) [ton/año]

FE_j : Factor de emisión del combustible (j) [lb/1000 galones] tabla A.3.5

$C(j)$: Volumen del combustible (j) utilizado en la recarga [1000 galones]

Tabla A.3.5. Factores de emisión para HC en recarga de aeronaves [lb HC/1000 galones]

FE (t) = Factor de emisión para turbosina	0.0387
FE (ga) = Factor de emisión para gas avión 100/130	9.957

Fuente: AP-42 estimados con parámetros físico químicos de los combustibles distribuidos en la ZMVM a temperatura ambiente.

La Subdirección de Operaciones y Servicios de Aeropuertos y Servicios Auxiliares "ASA" reportaron un consumo de turbosina de 290,386 mil galones y 71 mil galones de gas avión, que fueron utilizados en la recarga de aeronaves que partieron de la Ciudad de México con destino nacional e internacional. Sustituyendo estos valores y los correspondientes factores de emisión en la ecuación anterior se obtiene la emisión por la recarga de aeronaves en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, ver tabla A.3.6.

Tabla A.3.6. Inventario de emisiones de HC en la recarga de aeronaves en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, 1998

Tipo de Combustible	Emisión de HC [ton/año]
Turbosina	5.102
Gas avión	0.320
Total	5.420

Fugas por almacenamiento y distribución de gas LP

Recientes investigaciones en materia ambiental han demostrado que el gas LP, es un factor importante en la formación de ozono y la presencia en la atmósfera de contaminantes que en su mayoría son propano y butano, componentes principales del gas LP; en gran parte, es consecuencia del complejo sistema de distribución que da origen a las emisiones fugitivas de este combustible y se le atribuye entre el 20% - 50% de la formación de ozono⁹ en la atmósfera de la ZMVM. La estimación de emisiones fugitivas de hidrocarburos de gas LP, se ha dividido en dos categorías que se definen como:

A) Almacenamiento de gas LP "AGLP": Considera a las emisiones fugitivas en el llenado de recipientes portátiles, la descarga de semirremolques, la recarga de autotanques y el almacenamiento en planta.

B) Distribución de gas LP "DGLP": Engloba a la transferencia o distribución de recipientes portátiles al domicilio del usuario, la distribución y recarga en estaciones de servicio y la descarga en tanques estacionarios.

⁹ Efecto de los componentes del gas licuado de petróleo en la acumulación de ozono; IMP/Dr. Donald R. Blake and Dr. F. Sherwood Rowland.

El resultado de ambas definiciones, es la emisión de hidrocarburos de gas LP por almacenamiento y distribución de gas LP “EHC(ADGLP)” es decir:

$$E_{HC(ADGLP)} = E_{HC(AGLP)} + E_{HC(DGLP)} \quad E_{HC(AGLP)} = C_{GLP} * FE_{(AGLP)} \quad E_{HC(DGLP)} = C_{GLP} * FE_{(DGLP)}$$

Donde

- $E_{HC(AGLP)}$: Emisión de hidrocarburos de gas LP, asociada al almacenamiento [ton HC/año]
 $E_{HC(DGLP)}$: Emisión de hidrocarburos de gas LP, asociada a la distribución [ton HC/año]
 $FE_{(AGLP)}$: Factor de emisión por almacenamiento [ton HC/ton gas LP] tabla A.3.7
 $FE_{(DGLP)}$: Factor de emisión por distribución [ton HC/ton gas LP] tabla A.3.7
 C_{GLP} : Volumen masico de gas LP, distribuido a la ZMVM [ton de gas LP]

Tabla A.3.7. Factores de emisión para HC [ton HC/ton de GLP] en almacenamiento y distribución de gas LP

$FE_{(AGLP)}$	44.84E-5
$FE_{(DGLP)}$	61.90E-4

Fuente: PEMEX-Gas y Petroquímica Básica¹⁰

La distribución energética de gas LP en la Zona Metropolitana del Valle de México en el año de 1998, fue de 92.59 petajoules equivalentes a 1,989,211 toneladas de gas LP¹¹; por sustitución de valores en las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los resultados de la tabla A.3.8.

Tabla A.3.8. Inventario de emisiones de HC de gas LP [ton/año] por almacenamiento y distribución

$E_{HC(AGLP)}$	892
$E_{HC(DGLP)}$	12,314
Total	13,206

Fugas por uso doméstico de gas LP

El gas licuado, juega un papel de primordial importancia en los hogares mexicanos, por ser el combustible de mayor uso; los riesgos asociados a su manejo están constituidos por las fugas que se podrían presentar en las tuberías (instalaciones domésticas) y accesorios que dirigen al combustible al equipo de combustión (estufas y calentadores), que de igual forma estos equipos presentan deficiencias en la combustión y emisiones fugitivas por pilotos apagados. El análisis aplica la metodología desarrollada por el TUV Rheinland de México S.A. DE C.V.¹² y PEMEX gas y petroquímica básica¹³, de donde se obtuvieron los factores de emisión establecidos en la tabla A.3.9.

Tabla A.3.9. Factores de emisión para accesorios [ton/año-accesorio] en instalaciones domésticas a gas LP

¹⁰ Memoria técnica del estudio “ Efectos de los componentes del gas licuado de petróleo en la acumulación de ozono en la Atmósfera de la ZMCM” M. Vega Ballesteros/E. Ontiveros Padilla”, Primera edición 1999.

¹¹ Consumo de Gas LP proporcionado por PEMEX Gas y Petroquímica Básica

¹² Programa para la reducción y eliminación de fugas de gas LP en instalaciones domésticas de la ZMVM; agosto 2000

¹³ Efecto de los componentes del gas licuado de petróleo en la atmósfera de la ZMVM; 1997

Conexiones	2.07E-03	Pilotos apagados en estufas	1.02E-03
Pictes	1.97E-03	Pilotos apagados en calentadores	1.57E-07
Reguladores	1.09E-03	Encendido de estufas	2.24E-04
R. Estacionarios	1.05E-03	Encendido de calentadores	1.57E-07
Calentadores	1.21E-04	HCNQ en estufas	5.42E-03
R. Portátiles	3.03E-05	HCNQ en calentadores	2.33E-03
Válvulas de paso	2.42E-05		

La estimación de emisiones para cada uno de los conceptos anteriores, se realiza con la siguiente ecuación:

$$E_{HC(j)} = FE_{(j)} * FA_{(j)}$$

Donde

$E_{HC(j)}$: Emisión total o parcial de HC de gas LP, del accesorio (j) [ton/año]

$FE_{(j)}$: Factor de emisión para el accesorio (j) [ton/año - accesorio] tabla A.3.9

$FA(j)$: Número de accesorios de (j)

La definición de la cantidad de accesorios que fueron utilizados en el año de 1998, requiere de información sobre población y vivienda, así como la saturación de equipos y de instalaciones que utilizaron gas LP en el año de referencia, Ver tabla A.3.10.

Tabla A.3.10. Factores de saturación de equipos y conteo de población y vivienda en la ZMVM, 1998

Conteo población y vivienda en la ZMVM ¹⁴	
Población [mill. Hab.]	16.7
Viviendas [mill. Viv.]	3.9
Factor de saturación de estufas a gas LP ¹⁵	
Cada vivienda cuenta por lo menos con una estufa	
Estufas a gas LP	0.9709
Con piloto	0.7980
Sin piloto (encendido con cerillo)	0.0950
Encendido electrónico	0.1070
Factor de saturación de instalaciones a gas LP ¹⁵	
Cada estufa a gas LP, cuenta por lo menos con una instalación.	
Con tanque portátil.	0.808
Con tanque estacionario.	0.192
Factor de saturación de calentadores a gas LP ¹⁵	
Factor de saturación de calentadores a gas LP	0.6204

14 Determinación propia para las 16 delegaciones y 18 municipios, correspondientes a la cobertura de este Inventario, a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI; Conteo de Población y Vivienda 1995, INEGI; y Escenarios Demográficos para la ZMVM 2000, CONAPO.

15 Determinación propia para la ZMVM a partir del procesamiento de las bases de datos originales de las Encuestas Nacionales de Ingresos y Gastos de los Hogares 1984, 1992, 1994 y 1996. De aquí se establecieron las saturaciones: 99.2% para estufa de gas y 64.1% para calentador o boiler de gas y el hecho de que cada vivienda equipada cuenta básicamente con una estufa y un calentador.

Sustituyendo valores en la ecuación anterior, se obtuvieron los resultados de la tabla A.3.11.

**Tabla A.3.11. Inventario de emisiones de HC de gas LP [ton/año]
por uso doméstico**

Conexiones a TP	6,524
Pictetes TP	6,197
Reguladores TP	3,425
Recipientes portátiles	95
Válvulas de paso TP	76
Recipientes estacionarios	788
Reguladores TE	816
Válvulas de paso TE	18
Encendido de estufas	848
Pilotos apagados en estufas	3,092
Calentadores	294
Encendido de calentadores	0.38
Pilotos apagados en calentadores	0
HCNQ en estufas	20,531
HCNQ en calentadores	5,646
Total	48,350

TP: Tanque portátil; TE: Tanque estacionario; HCQN: Hidrocarburos no quemados

Evaporación de Solventes

Muchas de las actividades que utilizan solventes, se caracterizan por tener evaporaciones de HC durante sus operaciones. Por ejemplo, los solventes contenidos en los recubrimientos se evaporan en la medida en que estos compuestos se aplican y secan, como es el caso de la aplicación de pintura y/o recubrimientos arquitectónicos, industriales y automotriz; otro caso muy particular es el uso de solventes o productos de limpieza de superficies metálicas y de prendas de vestir "lavado en seco". Para la estimación de las emisiones generadas se utilizó la siguiente ecuación:

$$E_{(j)} = FE_{(j)} \times FA_{(j)}$$

Donde

$E_{(j)}$: Emisión de HC, asociado a la actividad (j) [ton/año].

$FE_{(j)}$: Factor de emisión asociado a la actividad (j) [ton/hab] tabla A.3.12.

$FA_{(j)}$: Nivel de actividad asociada al factor de emisión de la actividad (j) [hab].

Tabla A.3.12. Factores de emisión por uso y aplicación de solventes [kg/hab-año]

$FE(Is)$ = Lavado en seco	0.60068
$FE(Id)$ = Limpieza y desengrase	1.8019

FE(ag) = Artes gráficas	0.40
FE(ccs) = Consumo comercial de solventes	4.58
FE(rsi) = Recubrimiento de superficies industriales	1.28
FE(rsa) = Recubrimiento de superficies arquitectónicas	1.36
FE(pa) = Pintura automotriz	0.13
FE(apt) = Pintura tránsito	0.048

Fuente: AP-42, 1995; DGPC-SIE/ANAFAPYT, 1997.

El factor de actividad asociado al factor de emisión esta indicado por el número de habitantes de la zona a inventariar; por lo que, se estima que en la Zona Metropolitana del Valle de México (16 delegaciones + 18 municipios) para el año de 1998, era poblada por 16.73 millones de habitantes. Sustituyendo valores en la ecuación anterior, se obtuvieron los resultado de la tabla A.3.13.

**Tabla A.3.13. Inventario de emisiones de HC [ton/año]
por uso y aplicación de solventes**

Lavado en seco	$(16,730,000 * 0.60068)/1000$	10,049
Limpieza y desengrase	$(16,730,000 * 1.8019)/1000$	30,146
Artes gráficas	$(16,730,000 * 0.4)/1000$	6,692
Consumo comercial de solventes	$(16,730,000 * 4.58)/1000$	76,623
Recubrimiento de superficies industriales	$(16,730,000 * 1.28)/1000$	21,414
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	$(16,730,000 * 1.36)/1000$	22,752
Pintura automotriz	$(16,730,000 * 0.137)/1000$	2,175
Pintura tránsito	$(16,730,000 * 0.048)/1000$	803

Esterilización en hospitales

La información básica para estimar la emisión de HC por uso de solventes fue proporcionada por el ISSTE, Sector Salud, IMSS y Hospitales Particulares en los cuales se realizan procesos de desinfección de materiales por medio de solventes.

**Tabla A.3.14. Factores de emisión [kg/cama-año]
para evaporación de solventes**

Actividad	Rango	[kg/cama]
Esterilización en hospitales	200 > x < 500	0.59
	x < 200	0.77
	x > 500	0.82

Fuente: APE-42, 1995

En el D.F. existen alrededor de 30,000 camas para uso hospitalario y corresponden al rango de hospitales menores a 200 camas; la emisión de HC es calculada con la siguiente ecuación.

$$E_{HC} = \text{Número de camas} * \text{Factor de emisión}$$