

**METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES
EVITADAS Y VALORACIÓN DE EXTERNALIDADES
AMBIENTALES MITIGADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN
DE LOS PROGRAMAS DE CHATARREO – 2025**

Anexo de la R.D. N° 001-2025-MTC/18

DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN TRANSPORTE
MULTIMODAL

DIRECCIÓN DE POLÍTICAS Y NORMAS EN TRANSPORTE VIAL

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	BASE LEGAL.....	3
4.	DISPOSICIONES GENERALES.....	4
4.1.	Datos necesarios para el cálculo de las estimaciones.....	4
4.1.1.	Recorridos promedios.....	4
4.1.2.	Factores de emisión.....	5
4.1.2.1.	Factores de emisión de Gases de Efecto Invernadero.....	5
4.1.2.2.	Factores de emisión de contaminantes locales.....	8
4.1.3.	Costo social asociado a cada contaminante.....	10
5.	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS.....	11
5.1.	Procedimientos de cálculo de las emisiones evitadas.....	11
5.1.1.	Cálculo de las emisiones evitadas.....	11
5.1.2.	Cálculo de las emisiones estimadas para el periodo de evaluación del impacto del programa de chatarreo.....	12
5.1.3.	Cálculo de las emisiones evitadas logradas con la implementación de los programas de chatarreo, considerando la sustitución de vehículos.....	13
5.2.	Valorización de las emisiones evitadas con la implementación de los Programas de Chatarreo (PCH).....	14
5.2.1.	Valorización de las emisiones a mitigar por cada contaminante.....	14
5.2.2.	Valorización de las emisiones totales a mitigar.....	14

1. INTRODUCCIÓN

La "Metodología para el Cálculo de Emisiones Evitadas y Valoración de Externalidades Ambientales Mitigadas con la Implementación de los Programas de Chatarreo - 2025" presenta un enfoque sistemático para la definición de procedimientos necesarios para calcular las emisiones evitadas, así como en la valoración y evaluación de las externalidades ambientales asociadas a diferentes categorías de vehículos.

La metodología descrita incluye la identificación de variables clave, como los recorridos promedios por categoría vehicular y los factores de emisión correspondientes, que son fundamentales para estimar el valor económico de las emisiones evitadas. Se utilizan directrices internacionales, como las del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y del Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación de la Agencia Ambiental Europea (EMEP/EEA) para asegurar la precisión en la medición de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es establecer un marco metodológico claro y sistemático para calcular las emisiones evitadas y valoración de externalidades ambientales mitigadas a través de programas de chatarreo vehicular, en cumplimiento de lo establecido en el marco del inciso 2 de la Quinta Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 005-2021-MTC, y la Única Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 014-2024-MTC.

3. BASE LEGAL

- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181
- Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ley N° 29370
- Decreto de Urgencia que establece Incentivos para el Fomento del Chatarreo, Decreto de Urgencia N° 029-2019.
- Decreto Supremo N° 005-2021-MTC, Reglamento Nacional para el Fomento del Chatarreo.
- Decreto Supremo N° 014-2024-MTC, Decreto Supremo que modifica el Reglamento Nacional para el Fomento del Chatarreo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 005-2021-MTC, y el Reglamento que establece el Procedimiento para la Declaración de Abandono y Chatarreo de los Vehículos Internados en Depósitos Vehiculares, aprobado por Decreto Supremo N° 016-2021-MTC.
- Texto Integrado Actualizado del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Resolución Ministerial N° 0658-2021-MTC/01.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. Datos necesarios para el cálculo de las estimaciones

Las variables necesarias para determinar el valor económico de las emisiones evitadas con la implementación de los programas de chatarreo son los recorridos promedios, factores de emisión y costo social asociado a cada contaminante.

Cabe mencionar que las estimaciones tienen como base la clasificación vehicular regulada en la Directiva N° 002-2006-MTC/15, "Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares", aprobada por Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15 o norma que la sustituya, y presentada en la **Tabla 1**.

Los datos de las Tablas son referenciales, en cuanto corresponda, pudiendo las respectivas entidades utilizar información que las mismas generen o de fuentes confiables.

Tabla 1: Clasificación de las categorías vehiculares

Categoría vehicular de fuente de emisión		Definición	Carrocería vehicular (SUNARP y MTC)
M	M1	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.	Sedan, Coupé, Hatchback, Station Wagon, Limosina, SUV, Multipropósito, etc.
	M2		Microbús, Minibús, etc.
	M3		Ómnibus urbano, Ómnibus interurbano, Articulado, etc.
N	N1	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.	Pick up y Panel (N1, N2), Remolcador, Plataforma, Baranda, Furgón, Camión Grúa (N2, N3), Cisterna, Volquete, Grúa, etc.
	N2		
	N3		
L	L	Vehículos automotores menores de hasta tres ruedas y cuatriciclos.	Motocicletas, Trimotos, Cuatriciclos, etc.

4.1.1. Recorridos promedios

Los recorridos se aplican de acuerdo a la categoría vehicular. Para la obtención de datos sobre recorridos promedios de vehículos se ha recogido información sobre recorridos promedios de vehículos, con arreglo a una muestra de unidades del mercado de vehículos usados.

Se utilizan los siguientes recorridos promedios anuales por categoría vehicular:

Tabla 2: Recorrido anual promedio por categoría vehicular

Categoría	Recorridos promedio (km)
M1	73,013
M2	122,795
M3	121,437
N1	128,146
N2	128,855
N3	127,704
L	15,334

4.1.2. Factores de emisión

De acuerdo a la categoría vehicular, a la antigüedad y al combustible usado, se generan emisiones directas por el uso del vehículo. Para la obtención de datos de los factores de emisión: se emplearon las Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) de 2006 para el inventario de gases de efecto invernadero (GEI), así como los Lineamientos Metodológicos y Valores de la Guía de Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos del Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación de la Agencia Ambiental Europea del 2023 (EMEP/EEA).

Se dividen en dos tipos:

4.1.2.1. Factores de emisión de Gases de Efecto Invernadero

Factores de emisión por defecto para los parámetros basados en consumo de combustible, Dióxido de Carbono-CO₂, Metano-CH₄ y Óxido Nitroso-N₂O.

Tabla 3: Factores de emisión de Gases de Efecto Invernadero (en g/km)

Categoría	Combustible	Año de Fabricación	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
M1	Gasolina	Antes del 2000	234.0000	0.1112	0.0108
M1	Gasolina	2000 - 2002	200.0000	0.0954	0.0092
M1	Gasolina	2003 - 2006	200.0000	0.0954	0.0092
M1	Gasolina	2007 - 2017	200.0000	0.0954	0.0092
M1	Gasolina	2018 o posterior	200.0000	0.0954	0.0092
M1	Diésel	Antes del 2000	199.0000	0.0105	0.0105
M1	Diésel	2000 - 2002	174.0000	0.0092	0.0092
M1	Diésel	2003 - 2006	174.0000	0.0092	0.0092
M1	Diésel	2007 - 2017	174.0000	0.0092	0.0092
M1	Diésel	2018 o posterior	174.0000	0.0092	0.0092

M1	GLP	Antes del 2000	174.0000	0.1705	0.0006
M1	GLP	2000 - 2002	167.0000	0.1643	0.0005
M1	GLP	2003 - 2006	167.0000	0.1643	0.0005
M1	GLP	2007 - 2017	167.0000	0.1643	0.0005
M1	GLP	2018 o posterior	167.0000	0.1643	0.0005
M1	GNV	Antes del 2000	194.4123	0.3187	0.0104
M1	GNV	2000 - 2002	194.4123	0.3187	0.0104
M1	GNV	2003 - 2006	194.4123	0.3187	0.0104
M1	GNV	2007 - 2017	194.4123	0.3187	0.0104
M1	GNV	2018 o posterior	169.5010	0.2778	0.0091
M2	Gasolina	Antes del 2000	374.0000	0.1781	0.0173
M2	Gasolina	2000 - 2002	326.0000	0.1551	0.0150
M2	Gasolina	2003 - 2006	326.0000	0.1551	0.0150
M2	Gasolina	2007 - 2017	326.0000	0.1551	0.0150
M2	Gasolina	2018 o posterior	326.0000	0.1551	0.0150
M2	Diésel	Antes del 2000	346.0000	0.0182	0.0182
M2	Diésel	2000 - 2002	302.0000	0.0159	0.0159
M2	Diésel	2003 - 2006	302.0000	0.0159	0.0159
M2	Diésel	2007 - 2017	302.0000	0.0159	0.0159
M2	Diésel	2018 o posterior	302.0000	0.0159	0.0159
M2	GNV	Antes del 2000	255.0000	0.4173	0.0136
M2	GNV	2000 - 2002	222.0000	0.3636	0.0119
M2	GNV	2003 - 2006	222.0000	0.3636	0.0119
M2	GNV	2007 - 2017	222.0000	0.3636	0.0119
M2	GNV	2018 o posterior	222.0000	0.3636	0.0119
M3	Gasolina	Antes del 2000	1065.0000	0.5070	0.0492
M3	Gasolina	2000 - 2002	928.0000	0.4417	0.0428
M3	Gasolina	2003 - 2006	928.0000	0.4417	0.0428
M3	Gasolina	2007 - 2017	928.0000	0.4417	0.0428
M3	Gasolina	2018 o posterior	928.0000	0.4417	0.0428
M3	Diésel	Antes del 2000	995.0000	0.0524	0.0524
M3	Diésel	2000 - 2002	867.0000	0.0456	0.0456
M3	Diésel	2003 - 2006	867.0000	0.0456	0.0456
M3	Diésel	2007 - 2017	867.0000	0.0456	0.0456
M3	Diésel	2018 o posterior	867.0000	0.0456	0.0456
M3	GNV	Antes del 2000	973.7861	1.5962	0.0521
M3	GNV	2000 - 2002	848.6251	1.3910	0.0454
M3	GNV	2003 - 2006	848.6251	1.3910	0.0454
M3	GNV	2007 - 2017	848.6251	1.3910	0.0454
M3	GNV	2018 o posterior	848.6251	1.3910	0.0454
N1	Gasolina	Antes del 2000	258.0000	0.1228	0.0119

N1	Gasolina	2000 - 2002	212.0000	0.1010	0.0098
N1	Gasolina	2003 - 2006	212.0000	0.1010	0.0098
N1	Gasolina	2007 - 2017	212.0000	0.1010	0.0098
N1	Gasolina	2018 o posterior	212.0000	0.1010	0.0098
N1	Diésel	Antes del 2000	263.0000	0.1254	0.0122
N1	Diésel	2000 - 2002	237.0000	0.1129	0.0109
N1	Diésel	2003 - 2006	237.0000	0.1129	0.0109
N1	Diésel	2007 - 2017	237.0000	0.1129	0.0109
N1	Diésel	2018 o posterior	237.0000	0.1129	0.0109
N1	GNV	Antes del 2000	132.0000	0.0628	0.0061
N1	GNV	2000 - 2002	109.0000	0.0517	0.0050
N1	GNV	2003 - 2006	109.0000	0.0517	0.0050
N1	GNV	2007 - 2017	109.0000	0.0517	0.0050
N1	GNV	2018 o posterior	109.0000	0.0517	0.0050
N2	Gasolina	Antes del 2000	540.0000	0.2574	0.0250
N2	Gasolina	2000 - 2002	451.0000	0.2146	0.0208
N2	Gasolina	2003 - 2006	451.0000	0.2146	0.0208
N2	Gasolina	2007 - 2017	451.0000	0.2146	0.0208
N2	Gasolina	2018 o posterior	451.0000	0.2146	0.0208
N2	Diésel	Antes del 2000	454.0000	0.2163	0.0210
N2	Diésel	2000 - 2002	379.0000	0.1803	0.0175
N2	Diésel	2003 - 2006	379.0000	0.1803	0.0175
N2	Diésel	2007 - 2017	379.0000	0.1803	0.0175
N2	Diésel	2018 o posterior	379.0000	0.1803	0.0175
N2	GNV	Antes del 2000	426.0000	0.2026	0.0196
N2	GNV	2000 - 2002	355.0000	0.1690	0.0164
N2	GNV	2003 - 2006	355.0000	0.1690	0.0164
N2	GNV	2007 - 2017	355.0000	0.1690	0.0164
N2	GNV	2018 o posterior	355.0000	0.1690	0.0164
N3	Gasolina	Antes del 2000	857.0000	0.4080	0.0396
N3	Gasolina	2000 - 2002	723.0000	0.3443	0.0334
N3	Gasolina	2003 - 2006	723.0000	0.3443	0.0334
N3	Gasolina	2007 - 2017	723.0000	0.3443	0.0334
N3	Gasolina	2018 o posterior	723.0000	0.3443	0.0334
N3	Diésel	Antes del 2000	720.0000	0.3429	0.0332
N3	Diésel	2000 - 2002	608.0000	0.2894	0.0281
N3	Diésel	2003 - 2006	608.0000	0.2894	0.0281
N3	Diésel	2007 - 2017	608.0000	0.2894	0.0281
N3	Diésel	2018 o posterior	608.0000	0.2894	0.0281
N3	GNV	Antes del 2000	675.0000	0.3212	0.0311
N3	GNV	2000 - 2002	569.0000	0.0420	0.0263

N3	GNV	2003 - 2006	569.0000	0.0420	0.0263
N3	GNV	2007 - 2017	569.0000	0.0420	0.0263
N3	GNV	2018 o posterior	569.0000	0.0420	0.0263
L	Gasolina	Antes del 2022	122.8980	2.3091	0.0592
L	Gasolina	2022 o posterior	121.6220	2.3319	0.0592

4.1.2.2. Factores de emisión de contaminantes locales

Factores de emisión para el material particulado de un diámetro aerodinámico de 2.5 - PM_{2.5}, el Óxidos de Nitrógeno - NO_x y Dióxido de Azufre - SO₂.

Tabla 4: Factores de emisión de contaminantes locales (en g/km)

Categoría	Combustible	Año de Fabricación	PM _{2.5}	NO _x	SO ₂
M1	Gasolina	Antes del 2000	0.0022	2.3200	0.0077
M1	Gasolina	2000 - 2002	0.0022	0.4850	0.0066
M1	Gasolina	2003 - 2006	0.0022	0.2550	0.0066
M1	Gasolina	2007 - 2017	0.0011	0.0970	0.0066
M1	Gasolina	2018 o posterior	0.0011	0.0610	0.0066
M1	Diésel	Antes del 2000	0.2209	1.8320	0.0063
M1	Diésel	2000 - 2002	0.0842	1.4790	0.0055
M1	Diésel	2003 - 2006	0.0548	1.1260	0.0055
M1	Diésel	2007 - 2017	0.0391	0.7730	0.0055
M1	Diésel	2018 o posterior	0.0076	0.4200	0.0055
M1	GLP	Antes del 2000	0.0022	2.3600	0.0165
M1	GLP	2000 - 2002	0.0022	0.4140	0.0160
M1	GLP	2003 - 2006	0.0022	0.1800	0.0160
M1	GLP	2007 - 2017	0.0011	0.0900	0.0160
M1	GLP	2018 o posterior	0.0011	0.0560	0.0160
M1	GNV	Antes del 2000	0.0029	2.8895	0.0004
M1	GNV	2000 - 2002	0.0025	2.0957	0.0004
M1	GNV	2003 - 2006	0.0013	1.9052	0.0004
M1	GNV	2007 - 2017	0.0013	1.2701	0.0004
M1	GNV	2018 o posterior	0.0011	0.0560	0.0003
M2	Gasolina	Antes del 2000	0.0002	0.1787	0.0123
M2	Gasolina	2000 - 2002	0.0002	0.0368	0.0107
M2	Gasolina	2003 - 2006	0.0002	0.0193	0.0107
M2	Gasolina	2007 - 2017	0.0001	0.0074	0.0107
M2	Gasolina	2018 o posterior	0.0001	0.0046	0.0107
M2	Diésel	Antes del 2000	0.2400	4.7173	0.0274
M2	Diésel	2000 - 2002	0.1464	3.1681	0.0274
M2	Diésel	2003 - 2006	0.0670	2.9212	0.0274

M2	Diésel	2007 - 2017	0.0670	1.8061	0.0274
M2	Diésel	2018 o posterior	0.0084	0.8594	0.0274
M2	GNV	Antes del 2000	0.0038	3.7839	0.0016
M2	GNV	2000 - 2002	0.0033	2.7444	0.0016
M2	GNV	2003 - 2006	0.0017	2.4949	0.0016
M2	GNV	2007 - 2017	0.0017	1.6632	0.0016
M2	GNV	2018 o posterior	0.0008	0.4158	0.0016
M3	Gasolina	Antes del 2000	0.0005	0.5089	0.0351
M3	Gasolina	2000 - 2002	0.0005	0.1047	0.0306
M3	Gasolina	2003 - 2006	0.0005	0.0550	0.0285
M3	Gasolina	2007 - 2017	0.0002	0.0209	0.0285
M3	Gasolina	2018 o posterior	0.0002	0.0132	0.0285
M3	Diésel	Antes del 2000	0.6895	13.5500	0.0315
M3	Diésel	2000 - 2002	0.4205	9.1000	0.0274
M3	Diésel	2003 - 2006	0.1925	8.3906	0.0274
M3	Diésel	2007 - 2017	0.1925	5.1875	0.0274
M3	Diésel	2018 o posterior	0.0242	2.4686	0.0274
M3	GNV	Antes del 2000	0.0225	22.7500	0.0099
M3	GNV	2000 - 2002	0.0200	16.5000	0.0099
M3	GNV	2003 - 2006	0.0100	15.0000	0.0099
M3	GNV	2007 - 2017	0.0100	10.0000	0.0099
M3	GNV	2018 o posterior	0.0050	2.5000	0.0099
N1	Gasolina	Antes del 2000	0.0023	3.0900	0.0085
N1	Gasolina	2000 - 2002	0.0023	0.5630	0.0070
N1	Gasolina	2003 - 2006	0.0023	0.2300	0.0070
N1	Gasolina	2007 - 2017	0.0011	0.1290	0.0070
N1	Gasolina	2018 o posterior	0.0011	0.0640	0.0070
N1	Diésel	Antes del 2000	0.3560	1.6600	0.0089
N1	Diésel	2000 - 2002	0.1170	1.2200	0.0080
N1	Diésel	2003 - 2006	0.1170	1.2200	0.0080
N1	Diésel	2007 - 2017	0.0783	1.0300	0.0080
N1	Diésel	2018 o posterior	0.0089	0.7370	0.0080
N1	GNV	Antes del 2000	0.0015	1.5014	0.0007
N1	GNV	2000 - 2002	0.0013	1.0889	0.0007
N1	GNV	2003 - 2006	0.0007	0.9899	0.0007
N1	GNV	2007 - 2017	0.0007	0.6599	0.0007
N1	GNV	2018 o posterior	0.0003	0.1650	0.0007
N2	Gasolina	Antes del 2000	0.0066	6.4770	0.0178
N2	Gasolina	2000 - 2002	0.0049	1.1949	0.0149
N2	Gasolina	2003 - 2006	0.0049	0.4882	0.0149
N2	Gasolina	2007 - 2017	0.0023	0.2738	0.0149

N2	Gasolina	2018 o posterior	0.0014	0.1358	0.0149
N2	Diésel	Antes del 2000	0.3337	6.8100	0.0154
N2	Diésel	2000 - 2002	0.1650	5.6707	0.0128
N2	Diésel	2003 - 2006	0.0825	4.4950	0.0128
N2	Diésel	2007 - 2017	0.0724	3.4650	0.0128
N2	Diésel	2018 o posterior	0.0070	0.9594	0.0128
N2	GNV	Antes del 2000	0.0049	4.9024	0.0021
N2	GNV	2000 - 2002	0.0043	3.5556	0.0021
N2	GNV	2003 - 2006	0.0022	3.2323	0.0021
N2	GNV	2007 - 2017	0.0022	2.1549	0.0021
N2	GNV	2018 o posterior	0.0011	0.5387	0.0021
N3	Gasolina	Antes del 2000	0.0105	10.2675	0.0282
N3	Gasolina	2000 - 2002	0.0078	1.9169	0.0238
N3	Gasolina	2003 - 2006	0.0078	0.7831	0.0238
N3	Gasolina	2007 - 2017	0.0037	0.4392	0.0238
N3	Gasolina	2018 o posterior	0.0023	0.2179	0.0238
N3	Diésel	Antes del 2000	0.4145	10.8067	0.0243
N3	Diésel	2000 - 2002	0.2853	9.2008	0.0205
N3	Diésel	2003 - 2006	0.1510	7.5900	0.0205
N3	Diésel	2007 - 2017	0.1230	6.0000	0.0205
N3	Diésel	2018 o posterior	0.0117	1.6542	0.0205
N3	GNV	Antes del 2000	0.0078	7.8642	0.0034
N3	GNV	2000 - 2002	0.0069	5.7037	0.0034
N3	GNV	2003 - 2006	0.0035	5.1852	0.0034
N3	GNV	2007 - 2017	0.0035	3.4568	0.0034
N3	GNV	2018 o posterior	0.0017	0.8642	0.0034
L	Gasolina	Antes del 2022	0.0853	0.0663	0.0001
L	Gasolina	2022 o posterior	0.0096	0.2800	0.0001

4.1.3. Costo social asociado a cada contaminante

Para la obtención de datos de los costos asociados a los contaminantes, las principales fuentes de información que se emplearon son los reportes técnicos del Grupo de Trabajo Interinstitucional sobre el Costo Social de los Gases de Efecto Invernadero (IWG), así como del Fondo Monetario Internacional (IMF) y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Tabla 5: Costo social asignado a cada contaminante (en US\$ / tonelada evitada)

Parámetro	Valor estimado de la externalidad a evitar	Fuente bibliográfica
PM _{2,5}	85,138.33	International Monetary Fund (2014). "Getting energy prices right: from principle to practice".
NO _x	657.36	International Monetary Fund (2014). "Getting energy prices right: from principle to practice".
SO ₂	3,214.19	International Monetary Fund (2014). "Getting energy prices right: from principle to practice".
CO ₂	36.00	Pica-Télez, A., Dittborn, R., Cid, F., & Frenette, E. (2024). Cálculo del precio social del carbono para el Perú.
CH ₄	758.33	Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases (2021). "Technical Support Document: Social Cost of Carbon, Methane, and Nitrous Oxide".
N ₂ O	9,005.21	Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases (2021). "Technical Support Document: Social Cost of Carbon, Methane, and Nitrous Oxide".

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

Las estimaciones asociadas tienen como base la clasificación vehicular regulada en la Directiva N° 002-2006-MTC/15, "Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares", aprobada por Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15, o norma que la sustituya.

5.1. Procedimientos de cálculo de las emisiones evitadas

5.1.1. Cálculo de las emisiones evitadas

Multiplicando los FE de la **Tabla 3** y la **Tabla 4** por los recorridos promedios anuales de la **Tabla 2**, se procede a calcular las toneladas (ton) emitidas por año, de cada contaminante "k", por cada unidad vehicular "i" a chatarrear con características de categoría, tipo de combustible y antigüedad vehicular "j".

$$\text{Ecuación 1: } EE_{ijk} (\text{ton/año}) = [FE_{ijk} (\text{g/km})] \times [RP (\text{km/año})] \times [10^{-6} (\text{ton/g})]$$

Donde:

- EE_{ijk} : Emisión estimada del contaminante “k”, para cada unidad vehicular “i” a chatarrarse, con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”.
- FE_{ijk} : Factor de emisión del contaminante “k”, datos de la **Tabla 3** y la **Tabla 4**, según corresponda, para cada unidad vehicular “i” a chatarrarse, con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”.
- RP: Recorrido promedio, dato de **Tabla 2**, según categoría vehicular.

5.1.2. Cálculo de las emisiones estimadas para el periodo de evaluación del impacto del programa de chatarreo

En función del parque vehicular, categoría, tipo de combustible, características y antigüedad, se calculan las toneladas de cada contaminante “k” emitidas por los vehículos que se chatarrean, para un periodo determinado de años, con la implementación del Programa de Chatarreo que se propone.

$$\text{Ecuación 2: } EE_{jk} (\text{ton}) = (\sum_i^{\#VCH_j} [EE_{ijk}(\text{ton/año})]) \times [A_j (\text{años})]$$

Donde:

- EE_{jk} : Emisión estimada del contaminante “k” para el total de unidades vehiculares a chatarrarse con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j” en el periodo evaluado.
- EE_{ijk} : Emisión estimada del contaminante “k”, para cada unidad vehicular “i” a chatarrarse, con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”.
- $\#VCH_j$: Total de unidades vehiculares a chatarrarse con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”.
- A_j : Período evaluado, expresado en años, para el total de unidades vehiculares a chatarrarse con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”.

Posteriormente, se debe calcular la emisión estimada total por contaminante “k”, sumando todas las emisiones estimadas por categoría vehicular, combustible y antigüedad, denominadas “j”.

$$\text{Ecuación 3: } EET_k (\text{ton}) = \sum EE_{jk} (\text{ton})$$

Donde:

- EET_k : Emisión estimada total para un determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$), que se evitará con el universo de unidades vehiculares que se proyecta chatarrear en el período de evaluación.
- EE_{jk} : Emisión estimada del contaminante “k” para el total de unidades vehiculares a chatarrear con características de categoría vehicular, combustible y antigüedad denominadas “j”, en el periodo evaluado.

5.1.3. Cálculo de las emisiones evitadas logradas con la implementación de los programas de chatarreo, considerando la sustitución de vehículos

De ser aplicable, de acuerdo a la naturaleza del Programa de Chatarreo, las emisiones evitadas netas son calculadas considerando la sustitución de vehículos chatarreados por vehículos nuevos, para cada contaminante “k”. Para este fin, se deben realizar los siguientes pasos:

- Determinar las características técnicas probables de los vehículos que sustituirían a los vehículos chatarreados, de acuerdo a lo indicado en la **Tabla 1** y en la **Tabla 2** del presente documento, recorrido promedio y categoría vehicular. Se debe anotar también el combustible empleado y el año de fabricación.
- Calcular las emisiones totales para el total de vehículos nuevos que sustituirán los vehículos chatarreados, empleando los FE indicados en la **Tabla 3** y en la **Tabla 4**, según corresponda, y las **Ecuaciones 1, 2 y 3**.
- Determinar la diferencia en los niveles de emisiones producidas por los vehículos chatarreados y las producidas por los vehículos nuevos que los sustituirán, por cada contaminante “k”.

$$\text{Ecuación 4: } EET_{k \text{ netas}} (\text{ton}) = EET_{k \text{ chatarreada}} (\text{ton}) - EET_{k \text{ nueva}} (\text{ton})$$

Donde:

- $EET_{k \text{ netas}}$: Emisiones estimadas netas (en ton) que serán evitadas con el universo de unidades vehiculares que se proyecta chatarrear y sustituir en el período de evaluación, por cada contaminante “k”.
- $EET_{k \text{ chatarreada}}$: Emisión estimada total (en ton) para un determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$), que se evitará con el universo de unidades vehiculares que se proyecta chatarrear en el período de evaluación.
- $EET_{k \text{ nueva}}$: Emisión estimada total (en ton) para un determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$), que emiten las unidades nuevas adquiridas en el marco del plan de chatarreo.

Los factores de emisión de los vehículos que utilizan combustibles o fuentes de energía no consideradas en el presente documento se especifican con arreglo a literatura actualizada sobre la materia.

5.2. Valorización de las emisiones evitadas con la implementación de los Programas de Chatarreo (PCH)

5.2.1. Valorización de las emisiones a mitigar por cada contaminante

Para calcular la valorización, se multiplica la cantidad de emisiones que se estiman evitar para un periodo de tiempo con la implementación del Programa de Chatarreo que se propone, para un contaminante “k”, por el factor de costo social asociado por tonelada de dicho contaminante (**Tabla 5**):

$$\text{Ecuación 5: } VE_k (\text{US\$}) = [\text{EET}_k (\text{ton})] \times [\text{FCS}_k (\text{US\$/ton})]$$

Donde:

- VE_k : Valor de la externalidad negativa a mitigar con la implementación del Programa de Chatarreo propuesto, relacionado a determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$).
- EET_k : Emisión estimada total para un determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$), que se evitará con el universo de unidades vehiculares que se proyecta chatarrear en el período de evaluación. En caso haya renovación, se consideran las emisiones netas, según la **Ecuación 4**.
- FCS_k : Factor de costo social por tonelada asociado a determinado contaminante “k”.

5.2.2. Valorización de las emisiones totales a mitigar

Se debe calcular la externalidad negativa total que se estima mitigar, sumando los valores de todas las externalidades negativas que se estima mitigar, valores calculados por cada contaminante “k”.

$$\text{Ecuación 6: } VET (\text{US\$}) = \sum VE_k (\text{US\$})$$

Donde:

- VET : Valor total de la externalidad negativa a mitigar (en US\$) con la implementación del Programa de Chatarreo propuesto, para todos los contaminantes considerados en el presente documento.
- VE_k : Valor de la externalidad negativa a mitigar (en US\$) con la implementación del Programa de Chatarreo propuesto, relacionado a determinado contaminante “k” (por ejemplo, $PM_{2.5}$).