

# Minuta estimación de emisiones de Grupos Electrógenos

Julio 2017

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	METODOLOGIA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES	6
2.1.	METODOLOGÍA EPA (2004)	6
2.1.1.	FACTOR DE EMISIÓN EQUIPO NUEVO	8
2.1.2.	FACTOR DE DETERIORO	10
2.1.3.	CHATARRIZACIÓN	11
2.2.	METODOLOGÍA CORINAIR (2016)	12
2.2.1.	FACTOR DE EMISIÓN EQUIPO NUEVO	12
2.2.2.	FACTOR DE DETERIORO	13
3.	DEPURACIÓN IMPORTACIONES	14
3.1.	DEPURACIÓN BASE DE DATOS ADUANAS	14
3.1.1.	SUPUESTOS Y CRITERIOS	15
3.1.2.	RESULTADOS	17
4.	INVENTARIO DE EMISIONES AÑO BASE 2015	20
4.1.	CANTIDAD DE GRUPOS ELECTRÓGENOS ESTIMADOS	20
4.1.1.	NIVEL DE TECNOLOGÍA DE LA FLOTA	20
4.1.2.	NIVEL DE ACTIVIDAD	21
4.1.3.	SECTOR ECONOMICO	23
4.1.4.	DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS A NIVEL REGIONAL	23
4.2.	ESTIMACIÓN DE EMISIONES AÑO BASE 2015	23
5.	BIBLIOGRAFÍA	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Tabla de retiro EPA ..... 26  
ANEXO II. Sector económico ..... 27  
ANEXO III. Distribución Regional de GE ..... 30



## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factor de emisión equipo nuevo en [g/kW-hr], según rango de potencia .....	8
Tabla 2.2 Factor de conversión para componentes de emisiones de hidrocarburos.....	9
Tabla 2.3 Valores del coeficiente A.....	10
Tabla 2.4 Vida media según potencia de motor.....	11
Tabla 2.5 Factor de emisión equipo nuevo en [g/kW-hr], según rango de potencia .....	13
Tabla 2.6 Factores de deterioro (FD <sub>2</sub> ) según contaminante y tecnología.....	14
Tabla 3.1 Características determinantes de Combustible.....	15
Tabla 3.2 Descripción códigos Aduaneros.....	15
Tabla 3.3 Cantidad de grupos electrógenos según rangos de potencia y combustible.....	18
Tabla 4.1 Cantidad total estimada de grupos electrógenos año 2015.....	20
Tabla 4.2 Nivel de actividad grupos electrógenos, según rango de potencia.....	21
Tabla 4.3 Emisiones de grupos electrógenos año base 2015.....	23
Tabla 4.4 Emisiones de grupos electrógenos distribuidos por región, año base 2015.....	23

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Curva de chatarrización .....	12
Figura 3.1 Potencia de los grupos electrógenos según desplazamiento total.....	16
Figura 3.2 Potencia de los grupos electrógenos según desplazamiento total.....	17
Figura 3.3 Origen de importación de grupos electrógenos entre 2000 y 2015.....	18
Figura 3.4 Origen de importación de grupos electrógenos diésel año 2015. ....	19
Figura 4.1 Participación nivel tecnológico en parque de grupos electrógenos año 2015. ....	21

## ACRONIMOS

- BBDD: Bases de Datos
- BSFC: Consumo específico de combustible al freno.
- CO: Monóxido de carbono.
- CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.
- FD: Factor de deterioro.
- EEUU: Estados Unidos de América
- EU: Unión Europea.
- EPA: Agencia de Protección del Medio Ambiente
- GE: Grupo electrógeno.
- HC: Hidrocarburos.
- HP: Caballos de fuerza.
- Hr: Horas
- kW: Kilowatts
- MMFR: Maquinaria móvil Fuera de Ruta.
- MP: Material Particulado.
- MP10: Material particulado 10 micrones.
- MP2.5: Material particulado 2,5 micrones.
- NO<sub>x</sub>: óxidos de nitrógeno.
- NMHC: Hidrocarburos no metano.
- SO<sub>2</sub>: Dióxido de Azufre.

## 1. INTRODUCCIÓN

La siguiente minuta presenta la metodología utilizada para el desarrollo del inventario de emisión de grupos electrógenos. La cual se base principalmente del método utilizado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, en sus siglas en inglés).

Los input para el modelo EPA son obtenidos de estadísticas y datos nacionales, e.g. bases de datos de aduanas, RETC, encuestas a importadores de grupos electrógenos, etc.

## 2. METODOLOGIA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES

La metodología básica para estimación de emisiones, se expresa en la siguiente ecuación:

$$E_i = N \cdot NA \cdot POT \cdot EF_i$$

Donde:

$E_i$  : Emisiones del contaminante  $i$  durante el período, en [g],

$N$  : Población (unidades),

$NA$  : Nivel de Actividad (horas de uso en el periodo), [hr]

$POT$  : Potencia nominal promedio de la población, [kW],

$EF_i$  : Factor de emisión del contaminante  $i$  por unidad de trabajo, [g /kW-hr].

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones, son los descritos en EPA (2004), para grupos electrógenos diésel y CORINAIR (2016), para los que utilizan combustible gasolina.

### 2.1. METODOLOGÍA EPA (2004)

Para la expresión del cálculo de las emisiones provenientes de los motores fuera de ruta, en esta metodología se utiliza la siguiente expresión para el factor de emisión (EF):

$$EF_{ef} (HC, CO, NOx) = EF_{EE} \cdot TAF \cdot FD$$

Donde:

$EF_{aj}$  : Factor de Emisión ajustado por operación transiente y deterioro, [g/kW-hr],

$EF_{EE}$  : Factor de Emisión en estado estacionario de un equipo nuevo (hora cero), [g/kW-hr],

TAF : Factor de ajuste transiente, para grupos electrógenos se considera TAF=1.

FD : Factor de Deterioro depende del envejecimiento del motor [adimensional].

En la expresión anterior  $EF_{EE}$ , corresponde típicamente al valor de certificación del motor, al valor límite de la norma o a valores experimentales. Para EPA se usa típicamente el valor de certificación de las emisiones medidas en las pruebas de dinamómetro de motor.

Para el **material particulado** se considerará una corrección por el contenido de azufre como sigue:

$$EF_{aj}(MP) = EF_{EE} \cdot TAF \cdot FD - S_{MPaj}$$

Dónde:

$S_{MPaj}$ : Ajuste del MP por el contenido de azufre en el combustible [gr/kW-hr].

Este ajuste representa la variación del contenido de azufre en el combustible comercial respecto del utilizado para la certificación, el que se utiliza para obtener los valores de EF de los equipos nuevos ( $EF_{EE}$ ).

A su vez la expresión para el ajuste por contenido de azufre  $S_{MPaj}$ , se entrega a continuación.

$$S_{MPaj} = BSFC \cdot TAF \cdot 7,0 \cdot soxcnv \cdot 0,01 \cdot (soxbas - soxdsl)$$

Dónde:

$BSFC$  : Consumo específico de Combustible al Freno, [g/kW-hr]

7,0 : Gramos de sulfato de MP / gramos de azufre en MP

$soxcnv$ <sup>1</sup> : Gramos de Azufre en MP/gramos de Azufre en combustible Consumido.

0.01 : Conversión Porcentaje a Fracción

$soxbas$ <sup>2</sup> : Contenido de azufre usado en el combustible de Certificación [%].

$soxdsl$ <sup>3</sup> : Contenido de Azufre en el Combustible de Evaluación [%].

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, por lo general son calculados en base al consumo de combustible específico del freno (BSFC). A continuación se presentan las ecuaciones para el cálculo de los factores de emisión:

<sup>1</sup>  $soxcnv = 0,02247$  (Tier 0 a Tier 4A);  $soxcnv = 0,3$  (Tier 4)

<sup>2</sup>  $soxbas = 0,33\%$  (Tier 0 a Tier 1);  $soxbas = 0,2\%$  (Tier 2 a Tier 3);  $soxbas = 0,05$  (Tier 4N);  $soxbas = 0,0015$  (Tier 4)

<sup>3</sup>  $soxdsl = 0,0015$  (Región Metropolitana);  $soxdsl = 0,005$  (Resto del país)



$$EF(CO_2) = (BSFC_{adj} - HC_{adj}) \cdot 0,87 \cdot (44/12)$$

$$EF(SO_2) = (BSFC_{adj} \cdot (1 - soxcnv) - HC_{adj}) \cdot 0,01 \cdot soxdsl \cdot 2$$

Donde:

- EF(CO<sub>2</sub>) : Factor de emisión de CO<sub>2</sub> en [g/kW-hr]
- BSFC<sub>adj</sub> : consumo de combustible ajustado por factor transiente en [g/kW-hr]
- HC<sub>adj</sub> : Factor de emisión de HC ajustado por factor transiente en [g/kW-hr]
- 0,87 : Fracción de masa de carbono del diésel
- 44/12 : Proporción de CO<sub>2</sub> en masa a la masa de carbono
- EF(SO<sub>2</sub>) : Factor de emisión de SO<sub>2</sub> en [g/kW-hr]
- Soxcnv : Gramos de Azufre en MP/gramos de Azufre en combustible Consumido.
- 0,01 : Factor de conversión de porcentaje a fracción
- Soxdsl : Contenido de Azufre en el Combustible de Evaluación [%]
- 2 : Gramos de SO<sub>2</sub> formados a partir de un gramo de azufre

### 2.1.1. FACTOR DE EMISIÓN EQUIPO NUEVO

En la tabla que se presenta a continuación se tabula el factor de emisión por contaminante y el consumo específico de combustible según rango de potencia del motor y el tipo de tecnología.

**Tabla 2.1 Factor de emisión equipo nuevo en [g/kW-hr], según rango de potencia**

Potencia (kW)	Norma	BSFC	HC	CO	NOx	MP
kW < 8	Sin norma	248	2,012	6,705	13,410	1,341
kW < 8	Tier 1	248	1,023	5,515	7,013	0,600
kW < 8	Tier 2	248	0,739	5,515	5,766	0,671
kW < 8	Tier 4	248	0,739	5,515	5,766	0,375
8 ≤ kW < 12	Sin norma	248	2,280	6,705	11,399	1,207
8 ≤ kW < 12	Tier 1	248	0,587	2,898	5,954	0,357
8 ≤ kW < 12	Tier 2	248	0,587	2,898	5,954	0,357
8 ≤ kW < 12	Tier 4	248	0,587	2,898	5,954	0,375
12 ≤ kW < 19	Sin norma	248	2,280	6,705	11,399	1,207
12 ≤ kW < 19	Tier 1	248	0,587	2,898	5,954	0,357
12 ≤ kW < 19	Tier 2	248	0,587	2,898	5,954	0,357
12 ≤ kW < 19	Tier 4	248	0,587	2,898	5,954	0,375
19 ≤ kW < 37	Sin norma	248	2,414	6,705	9,253	1,073
19 ≤ kW < 37	Tier 1	248	0,374	2,055	6,340	0,454
19 ≤ kW < 37	Tier 2	248	0,374	2,055	6,340	0,454
19 ≤ kW < 37	Tier 4	248	0,176	0,205	4,023	0,025
37 ≤ kW < 56	Sin norma	248	1,328	4,680	9,253	0,968
37 ≤ kW < 56	Tier 1	248	0,699	3,172	7,508	0,634

Potencia (kW)	Norma	BSFC	HC	CO	NOx	MP
37 ≤ kW < 56	Tier 2	248	0,492	3,172	6,303	0,322
37 ≤ kW < 56	Tier 4	248	0,176	0,318	4,023	0,025
56 ≤ kW < 75	Sin norma	248	1,328	4,680	9,253	0,968
56 ≤ kW < 75	Tier 1	248	0,699	3,172	7,508	0,634
56 ≤ kW < 75	Tier 2	248	0,492	3,172	6,303	0,322
56 ≤ kW < 75	Tier 3	248	0,246	3,172	4,023	0,268
56 ≤ kW < 75	Tier 4	248	0,176	0,318	0,370	0,012
75 ≤ kW < 130	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
75 ≤ kW < 130	Tier 1	223	0,454	1,162	7,580	0,375
75 ≤ kW < 130	Tier 2	223	0,454	1,162	5,498	0,241
75 ≤ kW < 130	Tier 3	223	0,246	1,162	3,353	0,295
75 ≤ kW < 130	Tier 4	223	0,176	0,117	0,370	0,012
130 ≤ kW < 225	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
130 ≤ kW < 225	Tier 1	223	0,414	1,002	7,479	0,338
130 ≤ kW < 225	Tier 2	223	0,414	1,002	5,364	0,176
130 ≤ kW < 225	Tier 3	223	0,246	1,002	3,353	0,201
130 ≤ kW < 225	Tier 4	223	0,176	0,101	0,370	0,012
225 ≤ kW < 450	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
225 ≤ kW < 450	Tier 1	223	0,272	1,751	8,067	0,269
225 ≤ kW < 450	Tier 2	223	0,224	1,130	5,813	0,176
225 ≤ kW < 450	Tier 3	223	0,224	1,130	3,353	0,201
225 ≤ kW < 450	Tier 4	223	0,176	0,113	0,370	0,012
450 ≤ kW < 560	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
450 ≤ kW < 560	Tier 1	223	0,198	1,780	7,807	0,295
450 ≤ kW < 560	Tier 2	223	0,224	1,780	5,498	0,176
450 ≤ kW < 560	Tier 3	223	0,224	1,780	3,353	0,201
450 ≤ kW < 560	Tier 4	223	0,176	0,178	0,370	0,012
560 ≤ kW < 900	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
560 ≤ kW < 900	Tier 1	223	0,384	1,025	8,251	0,259
560 ≤ kW < 900	Tier 2	223	0,224	1,025	5,498	0,176
560 ≤ kW < 900	Tier 4	223	0,176	0,102	0,617	0,025
kW ≥ 900	Sin norma	223	0,912	3,621	11,238	0,539
kW ≥ 900	Tier 1	223	0,384	1,025	8,251	0,259
kW ≥ 900	Tier 2	223	0,224	1,025	5,498	0,176
kW ≥ 900	Tier 4	223	0,176	0,102	0,617	0,025

Nota: los valores iniciales en hp fueron transformados por su equivalencia en g/kW-hr (1hp=0,7457kW y 1lb=453,592g)

Fuente: Elaboración propia, a partir de EPA (2004)

Para tener la relación del THC con otros tipos de mediciones, por ejemplo COV se darán las relaciones en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2 Factor de conversión para componentes de emisiones de hidrocarburos**

Tipo motor	TOG/THC	NMOG/THC	NMHC/THC	VOC/THC
Diésel	1,07	1,054	0,984	1,053

Fuente: Elaboración propia, a partir de EPA (2005-A)

### Factores de Emisiones del cárter HC

Las emisiones del cárter son aquellas emisiones que se escapan de la cámara de combustión más allá de los anillos de pistón en el cárter. Para los motores diésel con cárteres abiertos los factores de emisión de HC del

cárter es igual al 2,0% del factor de emisión de HC a la salida del escape, incluido el deterioro. Esto es válido para todos los motores Tier 3 y anteriores. Para motores Tier 4, se supone que las emisiones del cárter cero.

### PM<sub>2,5</sub> fracción de PM<sub>10</sub>

Los factores de emisión entregados anteriormente son para calcular el MP de 10 micras (PM10). Si se selecciona MP2,5, un ajuste de 0,97 se aplica a la salida de MP10.

### 2.1.2. FACTOR DE DETERIORO

El deterioro es el incremento de las emisiones con el uso del motor y se considera lineal con el tiempo de uso, por lo que se representa con un factor (FD).

Para el modelo EPA el factor de Deterioro (FD), se representa como sigue:

$$FD = 1 + A \cdot (\text{Factor Edad})^b \quad \text{SI, (Factor Edad)} \leq 1$$

$$FD = 1 + A \quad \text{SI, (Factor Edad)} > 1$$

Donde:

A : Constantes para un nivel dado de Tecnología y Contaminación

b : Constante, para vehículos diésel se considera b=1 para un factor de deterioro lineal.

$$\text{Factor de edad} = \frac{(\text{horas acumuladas} \cdot \text{factor de carga})}{\text{vida media a carga completa}}$$

**Tabla 2.3 Valores del coeficiente A**

Contaminante	Tier 1	Tier 2	Tier 3+
HC	0,036	0,034	0,027
CO	0,101	0,101	0,151
NOx	0,024	0,009	0,008
MP	0,473	0,473	0,473

Fuente: EPA (2004)

La Vida Media a carga completa, fue obtenida a partir del estudio "Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling" EPA (2004-A), en donde se presentan estimaciones de la vida Media de motores NONROAD, a partir de datos desarrollado por la CARB (California Air Resources Board). En la tabla a continuación se muestran los resultados de dichas estimaciones por rango de potencia para los Motores a Diésel.

Tabla 2.4 Vida media según potencia de motor

Potencia (kW)	EPA (Hrs.)
kW < 19	2.500
19 ≤ kW < 37	2.500
37 ≤ kW < 56	4.667
56 ≤ kW < 75	4.667
75 ≤ kW < 130	4.667
130 ≤ kW < 225	4.667
225 ≤ kW < 450	7.000
450 ≤ kW < 560	7.000
kW ≥ 560	7.000

Fuente: EPA (2004-A)

### 2.1.3. CHATARRIZACIÓN

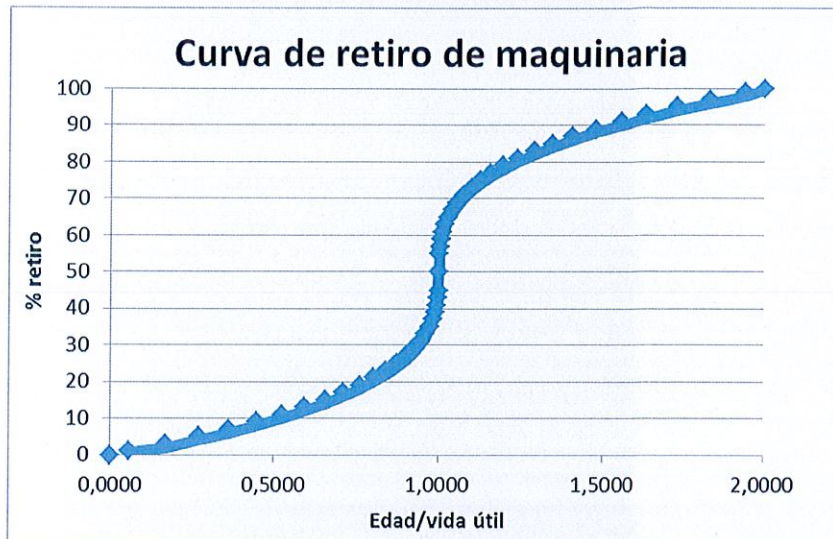
El término "Chatarrización", significa la disposición o retiro final del equipo, de tal manera que ya no contribuye a las emisiones o al consumo de combustible de la flota. Esto puede ser debido al envejecimiento del motor o ruptura en alguna parte del equipo.

El modelo EPA utiliza una curva de chatarrización, para determinar la proporción de equipos que han sido desechados. Para ello define la variable Vida Media (ver tabla 2.5), como el periodo de tiempo en horas de uso a plena carga del motor, para el cual el 50% de los equipos es chatarrizado. Considerando el nivel de actividad (NA), en horas anuales, y el factor de carga en el uso de ésta, es posible calcular la Vida Útil en años, que viene a ser el periodo de tiempo real para el cual el 50% de la motores fuera de carretera es chatarrizado, como sigue:

$$Vida\ útil = \frac{vida\ media\ [hrs]}{NA\ \left[\frac{hrs}{año}\right] \cdot factor\ de\ carga}$$

El Modelo EPA, utiliza una distribución normal para caracterizar la curva de retiro, considerando que el 50% de la flota se retira al momento de cumplir la Vida Útil y el 100% se retira al cumplir 2 veces la vida útil. Para expresar esta curva de forma normalizada, para todos los casos de Vida Útil, se procede a calcular el "factor de edad", que es el cociente entre la edad que tiene la maquinaria y su vida útil (Edad/Vida Útil). Con este factor se procede a buscar el porcentaje de maquinaria a retirar, en la tabla de retiro (Ver ANEXO I). A continuación se presenta la curva de retiro en su forma gráfica:

Figura 2.1 Curva de chatarrización



Fuente: EPA (2005-B)

## 2.2. METODOLOGÍA CORINAIR (2016)

Al igual que en EPA (2004), la expresión del cálculo de las emisiones provenientes de los motores fuera de ruta a gasolina, el factor de emisión (EF) se expresa de la siguiente forma:

$$EF_{aj} = EF_{EE} \cdot TAF \cdot FD$$

Donde:

$EF_{aj}$  : Factor de Emisión ajustado por operación transiente y deterioro, [g/kW-hr],

$EF_{EE}$  : Factor de Emisión en estado estacionario de un equipo nuevo (hora cero), [g/kW-hr],

TAF : Factor de ajuste transiente, para grupos electrógenos se considera TAF=1.

FD : Factor de Deterioro depende del envejecimiento del motor [adimensional].

### 2.2.1. FACTOR DE EMISIÓN EQUIPO NUEVO

En la tabla que se presenta a continuación se tabula el factor de emisión por contaminante y el consumo específico de combustible según rango de potencia del motor y el tipo de tecnología.

Tabla 2.5 Factor de emisión equipo nuevo en [g/kW-hr], según rango de potencia

Tipo motor	Desplazamiento (D) en (cm <sup>3</sup> )	Norma	BSFC	VOC	CO	NOx	MP	CO2	SO2	N2O	CH4	NH3
2 T	20 < D	S/N	809	300	579	1	5,3	NE	NE	0,01	21	0,002
2 T	20 < D	Tier 1	720	188	379	1,5	3,5	NE	NE	0,01	13,16	0,002
2 T	20 < D	Tier 2	500	44	379	1,5	3,5	NE	NE	0,01	3,08	0,002
2 T	20 ≤ D < 50	S/N	809	300	579	1	5,3	NE	NE	0,01	21	0,002
2 T	20 ≤ D < 50	Tier 1	720	188	379	1,5	3,5	NE	NE	0,01	13,16	0,002
2 T	20 ≤ D < 50	Tier 2	500	44	379	1,5	3,5	NE	NE	0,01	3,08	0,002
2 T	D ≥ 50	S/N	609	158	425	1,1	2,7	NE	NE	0,01	11,06	0,002
2 T	D ≥ 50	Tier 1	529	126	340	2	1,8	NE	NE	0,01	8,82	0,002
2 T	D ≥ 50	Tier 2	500	64	340	1,2	1,8	NE	NE	0,01	4,48	0,002
4 T	20 < D	S/N	474	27,5	165	3,5	0,08	NE	NE	0,03	0,94	0,002
4 T	20 < D	Tier 1	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002
4 T	20 < D	Tier 2	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002
4 T	20 ≤ D < 50	S/N	474	27,5	165	3,5	0,08	NE	NE	0,03	0,94	0,002
4 T	20 ≤ D < 50	Tier 1	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002
4 T	20 ≤ D < 50	Tier 2	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002
4 T	D ≥ 50	S/N	474	27,5	165	3,5	0,08	NE	NE	0,03	0,94	0,002
4 T	D ≥ 50	Tier 1	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002
4 T	D ≥ 50	Tier 2	406	22	132	4,7	0,08	NE	NE	0,03	0,75	0,002

Fuente: Elaboración propia, a partir de CORINAIR (2016)

### 2.2.2. FACTOR DE DETERIORO

El deterioro es el incremento de las emisiones con el uso del motor y se considera lineal con el tiempo de uso, por lo que se representa con un factor (FD).

Para el modelo CORINAIR el factor de Deterioro (FD), se representa como sigue:

#### Motores a gasolina de 2 tiempos

$$FD = \left( 1 + \frac{K}{LT} \cdot FD_z \right)$$

#### Motores a gasolina de 4 tiempos

$$FD = \left( 1 + \sqrt{\frac{K}{LT}} \cdot FD_z \right)$$

Donde:

FD : Factor de deterioro.

K : Edad del motor del grupo electrógeno (k varía entre 0 y vida media)

LT : Vida media.

Z : Tipo de tecnología

Tabla 2.6 Factores de deterioro (FD<sub>2</sub>) según contaminante y tecnología.

Tipo motor	Desplazamiento (D) en (cm <sup>3</sup> )	Norma	NOx	VOC	CO	TSP
2 T	20<S	Sin norma	0	0,2	0,2	0
2 T	20<S	Tier 1	0	0,24	0,24	0
2 T	20<S	Tier 2	0	0,24	0,24	0
2 T	20<=S<50	Sin norma	0	0,2	0,2	0
2 T	20<=S<50	Tier 1	0	0,29	0,24	0
2 T	20<=S<50	Tier 2	0	0,29	0,24	0
2 T	S>=50	Sin norma	-0,031	0,2	0,2	0
2 T	S>=50	Tier 1	0	0,26	0,231	0
2 T	S>=50	Tier 2	0	0,26	0,231	0
4 T	20<S	Sin norma	0	0	0	0
4 T	20<S	Tier 1	0	0	0	0
4 T	20<S	Tier 2	0	0	0	0
4 T	20<=S<50	Sin norma	0	0	0	0
4 T	20<=S<50	Tier 1	0	0	0	0
4 T	20<=S<50	Tier 2	0	0	0	0
4 T	S>=50	Sin norma	0	0	0	0
4 T	S>=50	Tier 1	0	0	0	0
4 T	S>=50	Tier 2	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de CORINAIR (2016).

### 3. DEPURACIÓN IMPORTACIONES

Para elaborar el inventario de emisiones de los grupos electrógenos, se utiliza las bases de datos (BBDD) de Aduanas, la cual proporciona información de las importaciones desde el año 2000 al 2015<sup>4</sup>. Estas BBDD presentan datos referentes al año de importación, origen, empresa que lo importa, cantidad de equipos, entre las principales. De ella se puede desprender valiosa información, la cual ha sido trabajada para la presente elaboración de norma de emisión.

A continuación se presentan los criterios de depuración utilizados y las estadísticas obtenidas.

#### 3.1. DEPURACIÓN BASE DE DATOS ADUANAS

La información requerida de mayor relevancia para el desarrollo de la línea base es: tipo de combustible, potencia y desplazamiento por cilindro. Para ello en este subcapítulo se describen los supuestos y criterios utilizados para la depuración de los datos.

<sup>4</sup> Considerando que Chile no es País fabricante de motores ni de grupos electrógenos, toda la flota existente se supone importada.

## Combustible

La información contenida en las bases de datos, se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 3.1 Características determinantes de Combustible.**

Combustible	Cantidad de MFR	% Participación
Diésel	182.396	33,02%
Gasolina	369.984	66,98%
Gas	26	0,00%
Total general	552.406	100,00%

Fuente: Elaboración Propia a partir de Base de Aduanas 2000-2015

## Potencia

Para el caso de las potencias, se depuró la glosa informativa de las bases, recabando la información disponible ya sea en KVa, HP o kW; con esta información se tiene que un 84% de las importaciones contiene información de potencia. Luego, para los equipos que no se obtuvo información de potencia, se utilizaron criterios y supuestos que son detallados más adelante, esto con el fin de establecer la línea base.

## Desplazamiento volumétrico por cilindro

Para este caso, las bases de datos de Aduanas no presenta información, por lo que se utilizaron criterios y supuestos que son detallados más adelante, esto con el fin de establecer la línea base.

### 3.1.1. SUPUESTOS Y CRITERIOS

A continuación se presentan los supuestos y criterios para completar la información faltante contenida en la base de datos de aduanas.

## Potencia

La potencia faltante (16% de la maquinaria importada no contiene este atributo) fue asignada el promedio según la clasificación de códigos Aduaneros, el cual se establece a continuación:

**Tabla 3.2 Descripción códigos Aduaneros.**

Arancel	Descripción código aduanas (Kva)
85021100	Compresión, $P \leq 75$
85021110	Compresión, $P \leq 15$
85021120	Compresión, $15 < P \leq 37,5$
85021190	Los demás ( $P \leq 75$ )
85021200	Compresión, $75 < P \leq 375$



Arancel	Descripción código aduanas (Kva)
85021210	Compresión, 75 < P ≤ 150
85021220	Compresión, 150 < P ≤ 225
85021290	Compresión, los demás (75 < P ≤ 375)
85021300	Compresión, P ≥ 375
85021310	Compresión, 375 < P ≤ 750
85021320	Compresión, 750 < P ≤ 1500
85021390	Compresión, los demás (P > 375)
85022000	Motor de émbolo de encendido por chispa

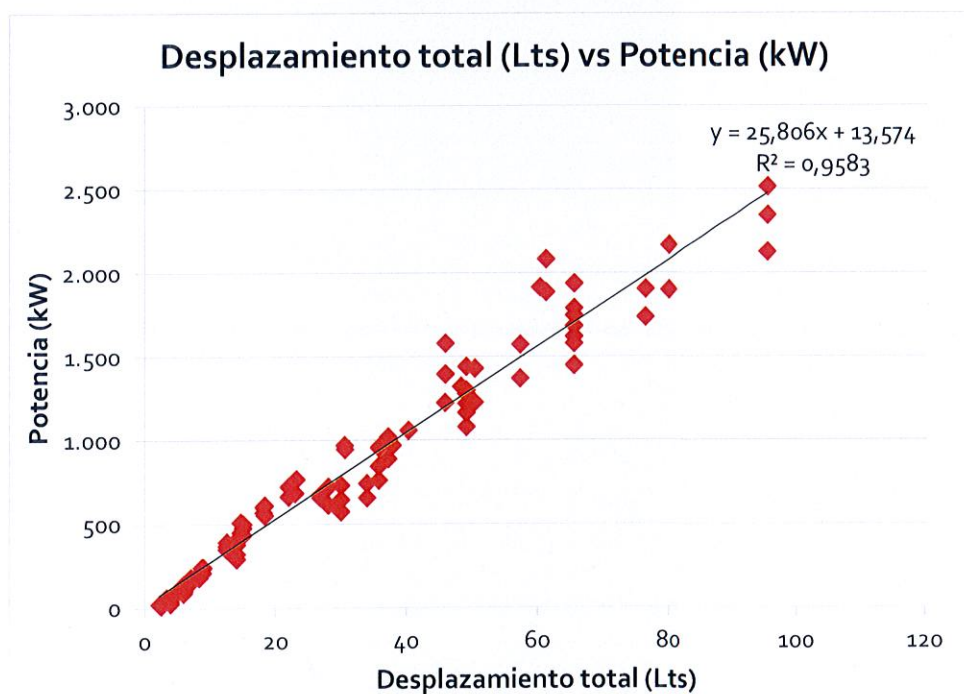
Fuente: Elaboración Propia a partir de Base de Aduanas 2000-2015.

Para el caso de los motores de encendido por Chispa, se asignó la potencia promedio de los casos conocidos.

### Desplazamiento volumétrico por cilindro

Para asignar el desplazamiento volumétrico por cilindro a cada grupo electrógeno, se realizó una recopilación de los catálogos de grupos electrógenos y se estableció una relación entre potencia y cilindrada. A continuación se presenta la relación entre potencia y desplazamiento total.

Figura 3.1 Potencia de los grupos electrógenos según desplazamiento total

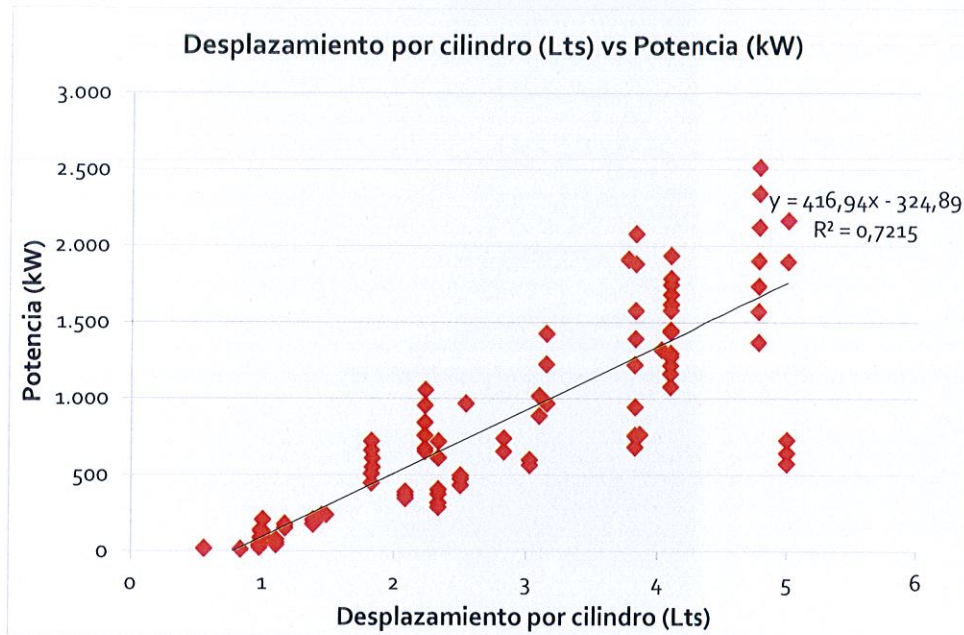


Fuente: Elaboración Propia.

Se observa de la figura anterior que existe una buena correlación entre el desplazamiento total de los grupos electrógenos y su potencia ( $R^2=96\%$ ).

Si ahora el desplazamiento total se divide por el número de cilindros del motor, se obtiene lo siguiente:

**Figura 3.2 Potencia de los grupos electrógenos según desplazamiento total**



Fuente: Elaboración Propia.

Si bien la correlación entre el desplazamiento volumétrico por cilindro con la potencia neta disminuye, se tomará como supuesto esta ecuación para poder asignar en la base de datos de aduanas la información faltante.

### 3.1.2. RESULTADOS

A continuación se presentan tabulaciones y gráficas con la información de la composición de las bases de datos de aduanas entre el 2000 y 2015, con la información depurada y con los supuestos mencionados anteriormente.

#### Potencia y Combustible

La tabla a seguir presenta la información total de la base de datos, en la que se observa que la mayor cantidad de grupos electrógenos importados son gasolina con un 67% del total.

**Tabla 3.3 Cantidad de grupos electrógenos según rangos de potencia y combustible.**

Rangos kW	Diésel	Gasolina	Gas	Total	% Total
< 19	105.530	369.922		<b>475.452</b>	<b>86%</b>
19 ≤ kW < 37	15.601	32	8	<b>15.641</b>	<b>3%</b>
37 ≤ kW < 56	21.082	12	9	<b>21.103</b>	<b>4%</b>
56 ≤ kW < 75	2.295	8	2	<b>2.305</b>	<b>0%</b>
75 ≤ kW < 130	9.110	10	2	<b>9.122</b>	<b>2%</b>
130 ≤ kW < 225	8.281		2	<b>8.283</b>	<b>1%</b>
225 ≤ kW < 450	17.170		3	<b>17.173</b>	<b>3%</b>
450 ≤ kW < 560	42			<b>42</b>	<b>0%</b>
≥ 560	3.285			<b>3.285</b>	<b>1%</b>
<b>Total</b>	<b>182.396</b>	<b>369.984</b>	<b>26</b>	<b>552.406</b>	<b>100%</b>
<b>% Total</b>	<b>33%</b>	<b>67%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración Propia a partir de Base de Aduanas 2000-2015.

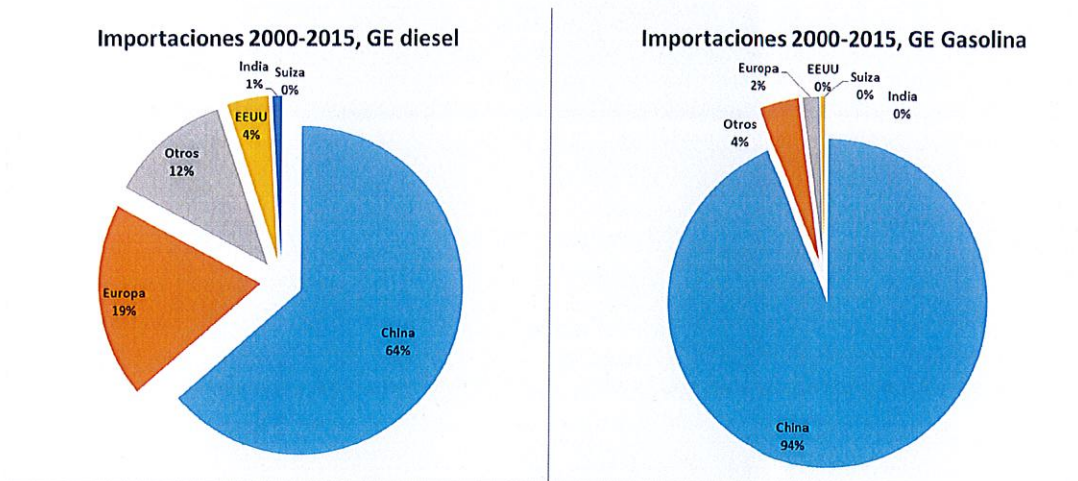
### Grupos electrógenos usados

Respecto al ingreso de los grupos electrógenos, se conoce a través de las BBDD de Aduanas que un 99% de los equipos importados al país son nuevos (son nuevos un 98% los G.E. diésel y casi un 100% de los gasolinas).

### País de origen

Respecto a la caracterización del origen de los grupos electrógenos, en la Figura 3.3 se observan las importaciones realizadas entre los años 2000 y 2015. En esta se observa que un 83% del total de importaciones de equipos que utilizan combustible diésel, un 64% tiene origen Chino y un 19% Europeo. Por otro lado, para los grupos electrógenos que son accionados con gasolina, un 94% proviene de China.

**Figura 3.3 Origen de importación de grupos electrógenos entre 2000 y 2015.**



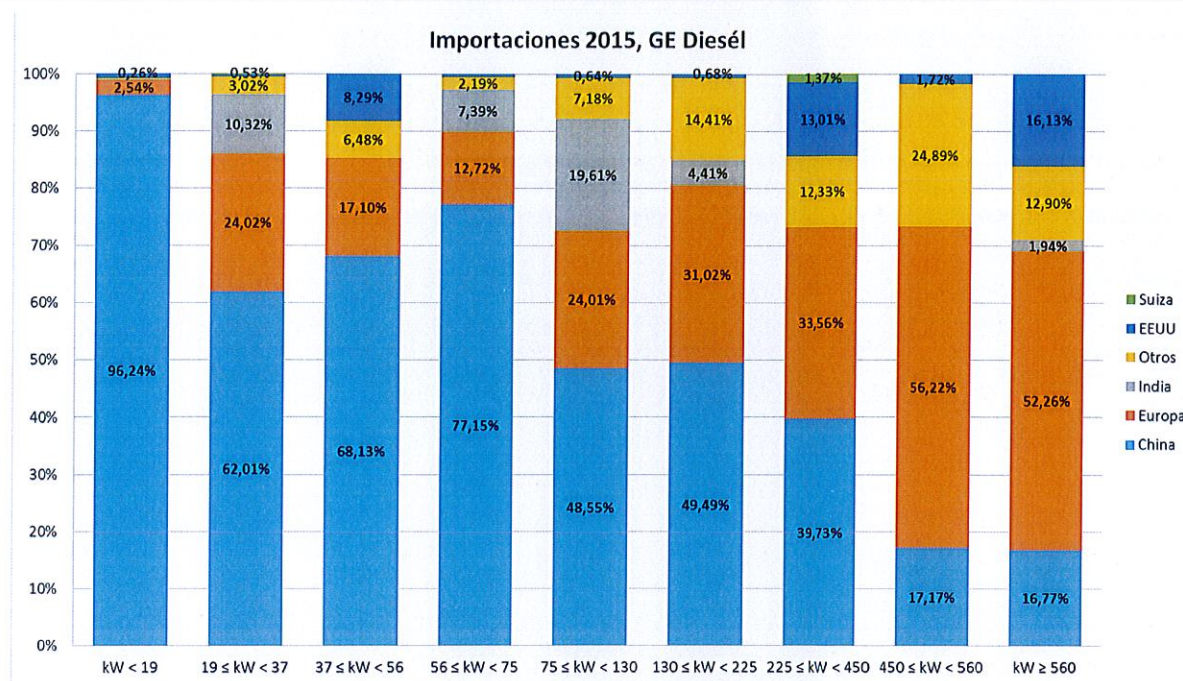
Fuente: Elaboración propia a partir de Base de Datos de Aduanas 2000-2015.



Si ahora se analizan los orígenes de las importaciones de los grupos electrógenos para el año 2015, se tiene que casi un 100% de los equipos importados que funcionan a gasolina, son con potencias inferior o igual a 19 kW, además un 96% de estos proviene de China.

Por otro lado, en la Figura 3.4 se observan las importaciones de los grupos electrógenos diésel importados en el año 2015, según rango de potencia y país de origen.

**Figura 3.4 Origen de importación de grupos electrógenos diésel año 2015.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Base de Datos de Aduanas 2000-2015.

## 4. INVENTARIO DE EMISIONES AÑO BASE 2015

### 4.1. CANTIDAD DE GRUPOS ELECTRÓGENOS ESTIMADOS

Como parte del desarrollo de la metodología EPA para el cálculo de emisiones, es necesario modelar el retiro de los grupos electrógenos, para realizar esto es necesario conocer el factor de edad, el cual depende del nivel de actividad y factor de carga. Respecto al nivel de actividad, este se presenta más adelante, por otro lado, el factor de carga según lo indicado por los importadores de grupos electrógenos, varía entre 0,8 y 1; para efectos de este inventario de emisiones se considerará un valor de 0,8.

Aplicando la curva de retiro o chatarrización a las importaciones realizadas entre el 2000-2015, se estima que al año 2015 existen un total de 447.254 equipos, de los cuales 153.513 corresponden a diésel y 293.741 a gasolina. A continuación se detalla la cantidad de grupos electrógenos por rango de potencia y tipo de combustible.

**Tabla 4.1 Cantidad total estimada de grupos electrógenos año 2015.**

Combustible	Rango Potencia	Cantidad
Diesel	kW < 8	62.212
	8 <= kW < 12	23.199
	12 <= kW < 19	445
	19 <= kW < 37	13.193
	37 <= kW < 56	19.076
	56 <= kW < 75	1.801
	75 <= kW < 130	7.559
	130 <= kW < 225	6.772
	225 <= kW < 450	16.347
	450 <= kW < 560	37
	560 <= kW < 1000	1.434
kW >= 1000	1.461	
Gasolina	kW < 8	286.612
	8 <= kW < 12	2.549
	12 <= kW < 19	4.592
<b>Total general</b>		<b>447.289</b>

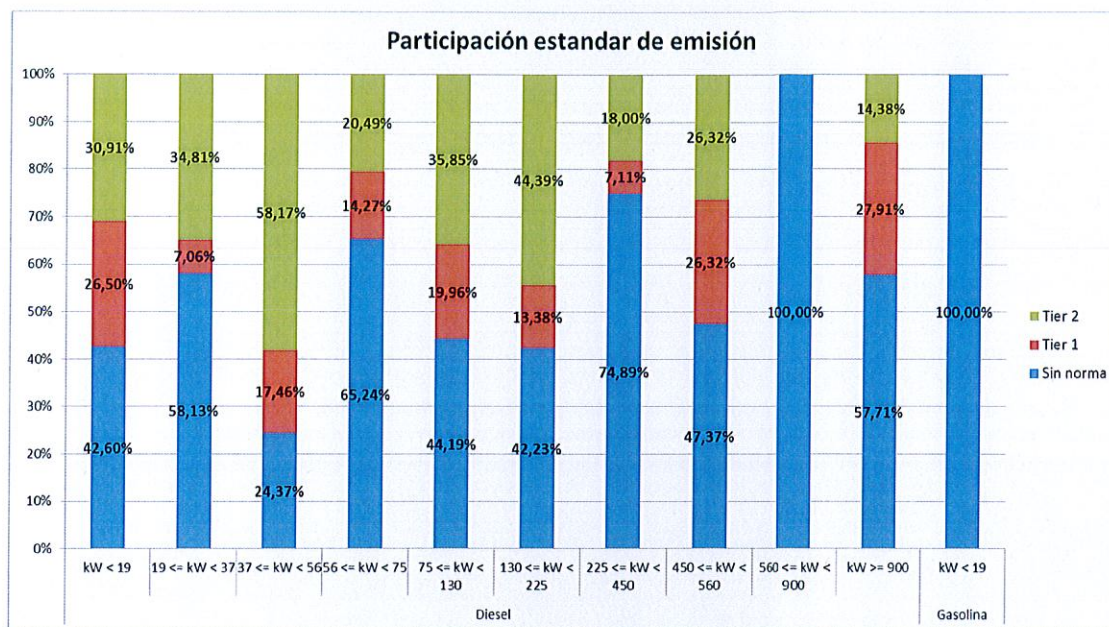
Fuente: Elaboración propia, a partir de BBDD Aduanas 2000-2015.

#### 4.1.1. NIVEL DE TECNOLOGÍA DE LA FLOTA

De acuerdo a información proporcionada por los importadores y similar a maquinarias fuera de ruta, para asignar el nivel tecnológico que poseen los grupos electrógenos, se ha asignado el estándar de emisión

dependiendo del país de origen de donde proviene el equipo, la asignación se realizará considerando los límites de emisión exigidos en el país de procedencia, pero con un retraso tecnológico de 4 años.

Figura 4.1 Participación nivel tecnológico en parque de grupos electrógenos año 2015.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. NIVEL DE ACTIVIDAD

Para el nivel de actividad se utilizó la base de datos del RETC 2015, en estas los titulares declaran la potencia y nivel de actividad en horas. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 4.2 Nivel de actividad grupos electrógenos, según rango de potencia.

Rango Potencia	Rango horas	Promedio Nivel de actividad (hr/año)	Participación
kW < 19	]100;300]	182	5,56%
kW < 19	]1000;1500]	1.271	3,27%
kW < 19	]1500;2000]	1.723	3,27%
kW < 19	]300;500]	408	4,58%
kW < 19	]500;1000]	693	12,75%
kW < 19	<=100	16	60,13%
kW < 19	>=2000	4.404	10,46%
56 <= kW < 75	]100;300]	161	4,39%
56 <= kW < 75	]1000;1500]	1.266	1,51%
56 <= kW < 75	]1500;2000]	1.717	2,74%
56 <= kW < 75	]300;500]	402	1,37%
56 <= kW < 75	]500;1000]	758	4,66%
56 <= kW < 75	<=100	19	65,98%
56 <= kW < 75	>=2000	3.968	19,34%

Rango Potencia	Rango horas	Promedio Nivel de actividad (hr/año)	Participación
75 <= kW < 130	]100;300]	171	5,51%
75 <= kW < 130	]1000:1500]	1.230	3,43%
75 <= kW < 130	]1500:2000]	1.766	3,07%
75 <= kW < 130	]300;500]	403	2,13%
75 <= kW < 130	]500;1000]	713	5,61%
75 <= kW < 130	<=100	16	66,01%
75 <= kW < 130	>=2000	4.051	14,24%
19 <= kW < 37	]100;300]	164	5,48%
19 <= kW < 37	]1000:1500]	1.238	2,43%
19 <= kW < 37	]1500:2000]	1.787	1,48%
19 <= kW < 37	]300;500]	406	1,30%
19 <= kW < 37	]500;1000]	699	4,26%
19 <= kW < 37	<=100	18	74,96%
19 <= kW < 37	>=2000	4.182	10,09%
225 <= kW < 450	]100;300]	187	8,92%
225 <= kW < 450	]1000:1500]	1.157	2,24%
225 <= kW < 450	]1500:2000]	1.767	1,92%
225 <= kW < 450	]300;500]	391	4,07%
225 <= kW < 450	]500;1000]	736	6,68%
225 <= kW < 450	<=100	18	66,51%
225 <= kW < 450	>=2000	4.032	9,65%
37 <= kW < 56	]100;300]	170	5,54%
37 <= kW < 56	]1000:1500]	1.209	3,69%
37 <= kW < 56	]1500:2000]	1.741	1,35%
37 <= kW < 56	]300;500]	400	1,72%
37 <= kW < 56	]500;1000]	780	2,83%
37 <= kW < 56	<=100	18	74,91%
37 <= kW < 56	>=2000	4.269	9,96%
130 <= kW < 225	]100;300]	178	6,00%
130 <= kW < 225	]1000:1500]	1.182	3,12%
130 <= kW < 225	]1500:2000]	1.762	2,58%
130 <= kW < 225	]300;500]	394	2,52%
130 <= kW < 225	]500;1000]	759	4,92%
130 <= kW < 225	<=100	17	66,03%
130 <= kW < 225	>=2000	3.712	14,83%
kW => 560	]100;300]	202	11,79%
kW => 560	]1000:1500]	1.174	4,98%
kW => 560	]1500:2000]	1.643	3,84%
kW => 560	]300;500]	413	11,39%
kW => 560	]500;1000]	750	10,59%
kW => 560	<=100	25	50,72%
kW => 560	>=2000	5.616	6,70%
450 <= kW < 560	]100;300]	189	12,98%
450 <= kW < 560	]1000:1500]	1.241	4,96%
450 <= kW < 560	]1500:2000]	1.691	2,67%
450 <= kW < 560	]300;500]	358	7,25%
450 <= kW < 560	]500;1000]	774	14,89%
450 <= kW < 560	<=100	19	50,76%
450 <= kW < 560	>=2000	6.125	6,49%

Fuente: Elaboración propia a partir de RETC 2015.

### 4.1.3. SECTOR ECONOMICO

Para el Sector se utilizó la base de datos del RETC 2015, para mayor detalle de los resultados ver Anexo II.

### 4.1.4. DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS A NIVEL REGIONAL

Para la distribución regional se utilizó la base de datos del RETC 2015, para mayor detalle de los resultados ver Anexo III.

## 4.2. ESTIMACIÓN DE EMISIONES AÑO BASE 2015

A partir de la información presentada anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 4.3 Emisiones de grupos electrógenos año base 2015.**

Combustible	Rango de Potencia (kW)	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	MP	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>
Gasolina	kW<19	726	33.479	NE	11.977	157	157	152	4,3	0,3	396	NE
	kW<19	7	484	103.589	102	59	59	57	4,6	0,3	875	3,2
Diesel	19 <= kW < 37	2	137	28.440	39	24	24	23	1,3	0,1	265	0,9
	37 <= kW < 56	13	886	202.456	150	102	102	99	9,0	0,5	1.708	6,2
	56 <= kW < 75	1	93	19.034	18	13	13	13	0,8	0,0	175	0,6
	75 <= kW < 130	8	335	115.045	99	53	53	52	5,7	0,3	1.235	3,5
	130 <= kW < 225	11	389	144.176	117	56	56	54	7,1	0,4	1.497	4,4
	225 <= kW < 450	112	7.569	1.553.569	1.792	1.006	1.006	975	76,6	4,4	23.074	47,6
	450 <= kW < 560	0	15	4.012	3	2	2	2	0,2	0,0	46	0,1
	560 <= kW < 1000	12	596	159.052	156	90	90	87	7,8	0,4	2.250	4,9
	P >= 1MW	41	2.483	554.411	591	335	335	325	27,3	1,6	7.770	17,0

Fuente: Elaboración propia.

Al distribuir las emisiones región, se obtiene lo siguiente:

**Tabla 4.4 Emisiones de grupos electrógenos distribuidos por región, año base 2015.**

Región	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	MP	MP10	MP25	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	NOX	SOX
I Región - Tarapacá	18	914	77.790	285	50	50	48	3,9	0,2	1.077	2,4
II Región - Antofagasta	86	4.206	228.782	1.381	151	151	147	11,5	0,7	3.081	7,0
III Región - Atacama	37	1.858	121.313	599	79	79	77	6,1	0,4	1.669	3,7



Región	CH4	CO	CO2	HC	MP	MP10	MP25	N2O	NH3	NOX	SOX
IV Región - Coquimbo	29	1.589	208.060	456	129	129	125	10,3	0,6	2.869	6,4
IX Región - Araucanía	83	3.986	114.440	1.360	85	85	82	5,9	0,3	1.495	3,5
V Región - Valparaíso	78	3.801	176.761	1.262	121	121	117	9,0	0,5	2.403	5,4
VI Región - O'Higgins	52	2.541	124.665	838	85	85	83	6,3	0,4	1.710	3,8
VII Región - Maule	58	2.862	154.339	936	104	104	101	7,8	0,4	2.100	4,7
VIII Región - Bio Bio	53	2.715	227.224	848	146	146	142	11,3	0,7	3.145	7,0
X Región - de los Lagos	133	6.421	241.028	2.166	169	169	164	12,4	0,7	3.247	7,4
XI Región - Aysén	132	6.155	80.990	2.160	72	72	70	4,6	0,3	1.000	2,5
XII Región - Magallanes y Antártica Chilena	3	189	42.460	45	26	26	25	2,1	0,1	589	1,3
XIII Región - RM	116	6.600	1.021.636	1.801	630	630	611	50,2	2,9	14.075	31,3
XIV Región - de los Ríos	48	2.273	47.900	787	38	38	36	2,6	0,2	614	1,5
XV Región - Arica y Parinacota	7	354	16.397	118	11	11	11	0,8	0,0	216	0,5

Fuente: Elaboración propia, a partir de BBDD RETC 2015.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- EPA (2004) "Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling-Compression-Ignition", EPA420-P-04-009, April 2004, NR-009c
- EPA (2004-A) "Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling", EPA-420-R-10-016 NR-005d July 2010.
- EPA (2004-B) "Final Regulatory Analysis: Control of Emissions from Nonroad Diesel Engines", EPA420-R-04-007, Mayo 2004.
- EPA (2005) "User's Guide for the Final NONROAD2005 Model", EPA420-R-05-013 December 2005.
- EPA (2005-A) "Conversion Factors for Hydrocarbon EmissionComponents". EPA420-R-05-015 December 2005 NR-002c.
- EPA (2005-B) "Calculation of Age Distributions in the Nonroad Model: Growth and Scrappage", EPA420-R-05-018 December 2005 NR-007c.
- CORINAIR (2016) "Non-road mobile sources and machinery", Guidebook 2016.

## ANEXO I. Tabla de retiro EPA

Edad / Vida útil	Retiro acumulado (%)	Edad / Vida útil	Retiro acumulado (%)
0,0000	0	Continuación...	
0,0588	1	1,0010	55
0,1694	3	1,0027	57
0,2710	5	1,0058	59
0,3639	7	1,0106	61
0,4486	9	1,0176	63
0,5254	11	1,0270	65
0,5948	13	1,0393	67
0,6570	15	1,0549	69
0,7125	17	1,0741	71
0,7617	19	1,0973	73
0,8049	21	1,1250	75
0,8425	23	1,1575	77
0,8750	25	1,1951	79
0,9027	27	1,2383	81
0,9259	29	1,2875	83
0,9451	31	1,3430	85
0,9607	33	1,4052	87
0,9730	35	1,4746	89
0,9824	37	1,5514	91
0,9894	39	1,6361	93
0,9942	41	1,7290	95
0,9973	43	1,8306	97
0,9990	45	1,9412	99
1,0000	50	2,0000	100

## ANEXO II. Sector económico

Rango Potencia	SECTOR ECONOMICO	Participación
kW < 19	Adm. Publica y defensa	2,92%
kW < 19	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	1,17%
kW < 19	Comercio al por mayor y menor	1,75%
kW < 19	Consejo de adm. De edificios y condominios	0,88%
kW < 19	Electricidad, gas y agua	15,20%
kW < 19	Enseñanza	0,88%
kW < 19	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	22,51%
kW < 19	Hoteles y restaurantes	0,88%
kW < 19	Industrias manufactureras no metalicas	2,92%
kW < 19	Minas, petroleo y canteras	13,74%
kW < 19	Servicios sociales y de salud	1,17%
kW < 19	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5,85%
kW < 19	Pesca y acuicultura	30,12%
19 <= kW < 37	Adm. Publica y defensa	1,55%
19 <= kW < 37	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	2,45%
19 <= kW < 37	Comercio al por mayor y menor	7,43%
19 <= kW < 37	Consejo de adm. De edificios y condominios	1,72%
19 <= kW < 37	Construccion	0,90%
19 <= kW < 37	Electricidad, gas y agua	19,44%
19 <= kW < 37	Enseñanza	0,49%
19 <= kW < 37	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	34,72%
19 <= kW < 37	Hoteles y restaurantes	0,25%
19 <= kW < 37	Industrias manufactureras metalicas	1,88%
19 <= kW < 37	Industrias manufactureras no metalicas	3,59%
19 <= kW < 37	Minas, petroleo y canteras	5,56%
19 <= kW < 37	Servicios sociales y de salud	1,88%
19 <= kW < 37	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9,48%
19 <= kW < 37	Pesca y acuicultura	8,66%
37 <= kW < 56	Adm. Publica y defensa	1,59%
37 <= kW < 56	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	2,04%
37 <= kW < 56	Comercio al por mayor y menor	8,63%
37 <= kW < 56	Consejo de adm. De edificios y condominios	3,97%
37 <= kW < 56	Construccion	1,59%
37 <= kW < 56	Electricidad, gas y agua	23,61%
37 <= kW < 56	Enseñanza	0,34%
37 <= kW < 56	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	28,04%
37 <= kW < 56	Hoteles y restaurantes	0,45%
37 <= kW < 56	Industrias manufactureras metalicas	0,79%
37 <= kW < 56	Industrias manufactureras no metalicas	4,65%
37 <= kW < 56	Minas, petroleo y canteras	3,52%
37 <= kW < 56	Servicios sociales y de salud	3,97%
37 <= kW < 56	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9,88%
37 <= kW < 56	Pesca y acuicultura	6,92%
56 <= kW < 75	Adm. Publica y defensa	0,89%
56 <= kW < 75	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	1,52%
56 <= kW < 75	Comercio al por mayor y menor	10,29%
56 <= kW < 75	Consejo de adm. De edificios y condominios	8,89%
56 <= kW < 75	Construccion	2,92%

Rango Potencia	SECTOR ECONOMICO	Participación
56 <= kW < 75	Electricidad, gas y agua	16,14%
56 <= kW < 75	Enseñanza	0,25%
56 <= kW < 75	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	23,00%
56 <= kW < 75	Hoteles y restaurantes	0,89%
56 <= kW < 75	Industrias manufactureras metalicas	0,51%
56 <= kW < 75	Industrias manufactureras no metalicas	3,56%
56 <= kW < 75	Minas, petroleo y canteras	6,73%
56 <= kW < 75	Servicios sociales y de salud	3,56%
56 <= kW < 75	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	12,58%
56 <= kW < 75	Pesca y acuicultura	8,26%
75 <= kW < 130	Adm. Publica y defensa	0,84%
75 <= kW < 130	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	2,31%
75 <= kW < 130	Comercio al por mayor y menor	12,50%
75 <= kW < 130	Consejo de adm. De edificios y condominios	7,92%
75 <= kW < 130	Construccion	0,74%
75 <= kW < 130	Electricidad, gas y agua	14,17%
75 <= kW < 130	Enseñanza	0,89%
75 <= kW < 130	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	22,64%
75 <= kW < 130	Hoteles y restaurantes	0,59%
75 <= kW < 130	Industrias manufactureras metalicas	2,56%
75 <= kW < 130	Industrias manufactureras no metalicas	4,82%
75 <= kW < 130	Minas, petroleo y canteras	5,46%
75 <= kW < 130	Servicios sociales y de salud	3,40%
75 <= kW < 130	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	6,10%
75 <= kW < 130	Pesca y acuicultura	15,06%
130 <= kW < 225	Adm. Publica y defensa	0,62%
130 <= kW < 225	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	1,25%
130 <= kW < 225	Comercio al por mayor y menor	22,13%
130 <= kW < 225	Consejo de adm. De edificios y condominios	2,84%
130 <= kW < 225	Construccion	0,74%
130 <= kW < 225	Electricidad, gas y agua	14,70%
130 <= kW < 225	Enseñanza	0,57%
130 <= kW < 225	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	20,32%
130 <= kW < 225	Hoteles y restaurantes	0,68%
130 <= kW < 225	Industrias manufactureras metalicas	1,48%
130 <= kW < 225	Industrias manufactureras no metalicas	6,30%
130 <= kW < 225	Minas, petroleo y canteras	5,73%
130 <= kW < 225	Servicios sociales y de salud	3,41%
130 <= kW < 225	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	4,77%
130 <= kW < 225	Pesca y acuicultura	14,47%
225 <= kW < 450	Adm. Publica y defensa	0,23%
225 <= kW < 450	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	3,09%
225 <= kW < 450	Comercio al por mayor y menor	20,83%
225 <= kW < 450	Consejo de adm. De edificios y condominios	2,18%
225 <= kW < 450	Construccion	1,13%
225 <= kW < 450	Electricidad, gas y agua	12,07%
225 <= kW < 450	Enseñanza	1,23%
225 <= kW < 450	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	24,91%
225 <= kW < 450	Hoteles y restaurantes	0,50%
225 <= kW < 450	Industrias manufactureras metalicas	1,77%
225 <= kW < 450	Industrias manufactureras no metalicas	11,80%
225 <= kW < 450	Minas, petroleo y canteras	7,76%

Rango Potencia	SECTOR ECONOMICO	Participación
225 <= kW < 450	Servicios sociales y de salud	2,77%
225 <= kW < 450	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5,85%
225 <= kW < 450	Pesca y acuicultura	3,90%
450 <= kW < 560	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	1,40%
450 <= kW < 560	Comercio al por mayor y menor	20,35%
450 <= kW < 560	Consejo de adm. De edificios y condominios	0,35%
450 <= kW < 560	Construccion	1,40%
450 <= kW < 560	Electricidad, gas y agua	7,72%
450 <= kW < 560	Enseñanza	1,40%
450 <= kW < 560	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	12,28%
450 <= kW < 560	Hoteles y restaurantes	0,35%
450 <= kW < 560	Industrias manufactureras metalicas	1,40%
450 <= kW < 560	Industrias manufactureras no metalicas	21,05%
450 <= kW < 560	Minas, petroleo y canteras	17,54%
450 <= kW < 560	Servicios sociales y de salud	2,11%
450 <= kW < 560	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	6,32%
450 <= kW < 560	Pesca y acuicultura	6,32%
kW => 560	Agricultura, servicios agricolas, caza y silvicultura y pesca	1,55%
kW => 560	Comercio al por mayor y menor	9,52%
kW => 560	Consejo de adm. De edificios y condominios	0,66%
kW => 560	Construccion	0,44%
kW => 560	Electricidad, gas y agua	32,50%
kW => 560	Enseñanza	0,44%
kW => 560	Finanzas, seguros, bienes inmuebles y servicios tecnicos, profesionales y otros	10,19%
kW => 560	Hoteles y restaurantes	0,78%
kW => 560	Industrias manufactureras metalicas	1,83%
kW => 560	Industrias manufactureras no metalicas	13,79%
kW => 560	Minas, petroleo y canteras	12,46%
kW => 560	Servicios sociales y de salud	3,93%
kW => 560	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	4,65%
kW => 560	Pesca y acuicultura	7,25%

## ANEXO IIIII. Distribución Regional de GE

Rango Potencia	Región	Participación
130 <= kW < 225	I	2,97%
130 <= kW < 225	II	10,12%
130 <= kW < 225	IV	3,13%
130 <= kW < 225	IX	4,23%
130 <= kW < 225	V	7,37%
130 <= kW < 225	VI	3,41%
130 <= kW < 225	VII	5,00%
130 <= kW < 225	VIII	7,20%
130 <= kW < 225	X	8,96%
130 <= kW < 225	XI	6,93%
130 <= kW < 225	XII	1,37%
130 <= kW < 225	XIII	33,32%
130 <= kW < 225	XIV	2,53%
130 <= kW < 225	XV	0,55%
130 <= kW < 225	III	2,91%
19 <= kW < 37	I	2,35%
19 <= kW < 37	II	7,45%
19 <= kW < 37	IV	5,02%
19 <= kW < 37	IX	8,86%
19 <= kW < 37	V	11,13%
19 <= kW < 37	VI	4,00%
19 <= kW < 37	VII	5,56%
19 <= kW < 37	VIII	8,46%
19 <= kW < 37	X	10,19%
19 <= kW < 37	XI	4,86%
19 <= kW < 37	XII	1,72%
19 <= kW < 37	XIII	23,59%
19 <= kW < 37	XIV	3,37%
19 <= kW < 37	XV	0,63%
19 <= kW < 37	III	2,82%
225 <= kW < 450	I	2,99%
225 <= kW < 450	II	7,24%
225 <= kW < 450	IV	2,99%
225 <= kW < 450	IX	4,12%
225 <= kW < 450	V	6,72%
225 <= kW < 450	VI	4,94%
225 <= kW < 450	VII	5,55%
225 <= kW < 450	VIII	9,19%
225 <= kW < 450	X	6,85%
225 <= kW < 450	XI	1,39%
225 <= kW < 450	XII	1,00%
225 <= kW < 450	XIII	42,39%
225 <= kW < 450	XIV	1,17%
225 <= kW < 450	XV	0,48%
225 <= kW < 450	III	2,99%
37 <= kW < 56	I	1,63%
37 <= kW < 56	II	9,24%
37 <= kW < 56	IV	3,91%

Rango Potencia	Región	Participación
37 <= kW < 56	IX	7,61%
37 <= kW < 56	V	6,09%
37 <= kW < 56	VI	4,78%
37 <= kW < 56	VII	6,20%
37 <= kW < 56	VIII	6,20%
37 <= kW < 56	X	7,72%
37 <= kW < 56	XI	3,70%
37 <= kW < 56	XII	0,43%
37 <= kW < 56	XIII	35,65%
37 <= kW < 56	XIV	2,83%
37 <= kW < 56	XV	0,98%
37 <= kW < 56	III	3,04%
450 <= kW < 560	I	4,04%
450 <= kW < 560	II	9,43%
450 <= kW < 560	IV	4,71%
450 <= kW < 560	IX	4,04%
450 <= kW < 560	V	9,76%
450 <= kW < 560	VI	4,71%
450 <= kW < 560	VII	4,71%
450 <= kW < 560	VIII	6,06%
450 <= kW < 560	X	8,08%
450 <= kW < 560	XI	0,67%
450 <= kW < 560	XII	0,67%
450 <= kW < 560	XIII	35,35%
450 <= kW < 560	XIV	2,69%
450 <= kW < 560	XV	0,67%
450 <= kW < 560	III	4,38%
56 <= kW < 75	I	3,37%
56 <= kW < 75	II	6,49%
56 <= kW < 75	IV	2,62%
56 <= kW < 75	IX	8,11%
56 <= kW < 75	V	6,62%
56 <= kW < 75	VI	3,37%
56 <= kW < 75	VII	6,37%
56 <= kW < 75	VIII	6,12%
56 <= kW < 75	X	7,37%
56 <= kW < 75	XI	3,62%
56 <= kW < 75	XII	1,75%
56 <= kW < 75	XIII	38,33%
56 <= kW < 75	XIV	2,75%
56 <= kW < 75	XV	1,00%
56 <= kW < 75	III	2,12%
75 <= kW < 130	I	2,27%
75 <= kW < 130	II	7,91%
75 <= kW < 130	IV	3,27%
75 <= kW < 130	IX	4,45%
75 <= kW < 130	V	5,07%
75 <= kW < 130	VI	2,99%
75 <= kW < 130	VII	3,60%
75 <= kW < 130	VIII	7,44%
75 <= kW < 130	X	9,76%
75 <= kW < 130	XI	8,96%



Rango Potencia	Región	Participación
75 <= kW < 130	XII	0,95%
75 <= kW < 130	XIII	38,15%
75 <= kW < 130	XIV	2,32%
75 <= kW < 130	XV	0,66%
75 <= kW < 130	III	2,18%
kW < 19	I	1,96%
kW < 19	II	9,50%
kW < 19	IV	1,96%
kW < 19	IX	10,34%
kW < 19	V	8,94%
kW < 19	VI	5,87%
kW < 19	VII	6,42%
kW < 19	VIII	5,03%
kW < 19	X	15,92%
kW < 19	XI	17,32%
kW < 19	XIII	5,87%
kW < 19	XIV	6,15%
kW < 19	XV	0,84%
kW < 19	III	3,91%
560 <= kW < 1000	I	3,20%
560 <= kW < 1000	II	10,03%
560 <= kW < 1000	IV	2,99%
560 <= kW < 1000	IX	3,63%
560 <= kW < 1000	V	5,34%
560 <= kW < 1000	VI	2,88%
560 <= kW < 1000	VII	1,49%
560 <= kW < 1000	VIII	13,34%
560 <= kW < 1000	X	6,30%
560 <= kW < 1000	XI	0,75%
560 <= kW < 1000	XII	1,71%
560 <= kW < 1000	XIII	41,20%
560 <= kW < 1000	XIV	1,39%
560 <= kW < 1000	XV	1,17%
560 <= kW < 1000	III	4,59%
kW => 1000	I	2,57%
kW => 1000	II	7,92%
kW => 1000	IV	24,59%
kW => 1000	IX	0,51%
kW => 1000	V	4,22%
kW => 1000	VI	3,09%
kW => 1000	VII	5,76%
kW => 1000	VIII	4,01%
kW => 1000	X	11,42%
kW => 1000	XI	1,85%
kW => 1000	XII	3,50%
kW => 1000	XIII	19,96%
kW => 1000	XIV	1,34%
kW => 1000	XV	0,41%
kW => 1000	III	8,85%