



GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES PUNTUALES



GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES PUNTUALES, RETC©
2019

Ministerio del Medio Ambiente

San Martín 73, Santiago Chile

Editor responsable: Departamento de Información Ambiental, División de Información y Economía Ambiental

Ministerio del Medio Ambiente

ISBN: 978-956-7204-86-1

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta publicación, siempre que se cite la fuente.

Diseño y Diagramación:
Andros Impresores



Equipo de trabajo

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

JEFA DE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMÍA
AMBIENTAL
Tatiana García Quevedo

JEFE DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL
Marcos Serrano Ulloa

ADMINISTRADOR DEL REGISTRO DE EMISIONES Y
TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES
Marcelo Sánchez Ramírez

COORDINACIÓN GENERAL
Sebastián Franco Peña

DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL
Maritza Barrera Curihuentro
Daniel Figueroa Olivera
Nelson Figueroa Serrano
Sebastián Franco Peña
Claudia Gajardo Devia
Pamela Lara Molina
Marisol Piña Parraguez
Juan Pizarro Miranda
Viviana Riveros Pizarro

OFICINA DE CAMBIO CLIMÁTICO
Rodrigo Cabrera Lira
Camila Labarca Wyneken

DIVISION DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO
CLIMÁTICO
Ximena Díaz Ramírez
Emmanuel Mesías Rojas

Instituciones colaboradoras

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

María de los Ángeles Hanne Molina
Karin Salazar Negrete

MINISTERIO DE ENERGÍA

Francisco Dall'Orso León
Rubén Guzmán Quintana

MINISTERIO DE SALUD

Walter Folch Ariza

Equipo de elaboración del documento

GREENLAB, UNIDAD DE GESTIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL, DICTUC S.A.

Héctor Jorquera González
Luis Abdón Cifuentes Lira
Camila Cabrera Castro
Pablo Busch Hopfenblatt
Stefano Botello Gardella
Viviana Cerda Gho
Luisa Daza Fuenzalida



Tabla de Contenidos

JEFA DE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMÍA AMBIENTAL.....	III
OFICINA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	III
DIVISIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO.....	III
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.....	III
MINISTERIO DE ENERGÍA.....	III
MINISTERIO DE SALUD.....	III
RESPONSABLE DE LA GUÍA.....	III
CONSULTORA A CARGO DEL ESTUDIO.....	III
Tabla de Contenidos.....	5
Lista de Tablas.....	6
Lista de Figuras.....	10
Acrónimos y Abreviaturas.....	11
1. Introducción.....	13
1.1. Propósito guía metodológica.....	13
1.2. Alcance y supuestos utilizados.....	14
2. Estimación de emisiones Fuentes Puntuales.....	17
2.1. Sector comercial, particular y residencial (cpr).....	18
2.1.1. Subsector Comercial/Residencial.....	18
2.2. Sector Industria.....	25
2.2.1. Subsector Construcción.....	25
2.2.2. Subsector General.....	32
2.2.3. Subsector Industria alimentaria y agropecuaria.....	54
2.2.4. Subsector Industria de madera y papel.....	56
2.2.5. Subsector Industria de productos minerales.....	60
2.2.6. Subsector Industria metalúrgica primaria.....	75
2.2.7. Subsector Industria metalúrgica secundaria.....	91
2.2.8. Subsector Industria química.....	104
2.2.9. Subsector Industria sanitaria.....	114
2.2.10. Subsector Termoeléctricas.....	120
3. Equipos de abatimiento.....	137
3.1. Equipos de Abatimiento considerados.....	137
3.2. Fuentes de información para eficiencias de abatimiento.....	141
3.3. Equipos de Control para Material Particulado.....	142
3.4. Equipos de Control para Óxidos de Nitrógeno.....	144
3.5. Equipos de Control para Dióxido de Azufre.....	145
3.6. Equipos de Control para Compuestos Orgánicos Volátiles.....	146

4.	Caracterización de los Combustibles	147
4.1.	Combustibles caracterizados	147
4.2.	Parámetros de combustibles	148
4.2.1.	Contenido azufre petróleo combustible 5 y 6	150
4.2.2.	Contenido azufre gas de refinería	151
4.2.3.	Contenido azufre kerosene de aviación.....	151
4.2.4.	Contenido azufre gas natural.....	151
4.2.5.	Contenido azufre carbón mineral y coque mineral.....	151
4.2.6.	Contenido de cenizas.....	151
4.2.7.	Contenido de humedad	152
4.3.	Homologación entre combustibles	152
5.	Metodología para estimación de factores de emisión locales.....	155
5.1.	Estimación Factor de Emisión.....	155
5.1.1.	Definición factor de emisión.....	155
5.1.2.	Obtención de mediciones de emisiones.....	156
5.1.3.	Obtención de nivel de actividad asociado.....	157
5.2.	Recomendaciones para estimación de un factor de emisión local.....	158
5.3.	Enfoque para evaluar incertidumbre asociada al factor de emisión.....	159
6.	Bibliografía.....	161
7.	Anexos	165
7.1.	Definición Rubros y Fuentes	165
7.2.	Definición CCF8.....	168
7.3.	Tipos de Material Particulado considerados.....	184
7.4.	Definición equipos de abatimiento considerados	185

Lista de Tablas

Tabla 1-1.	Contaminantes prioritarios considerados.....	14
Tabla 1-2.	Sectores y rubros considerados	15
Tabla 2-1.	Tabla resumen rubro: Fuentes de uso general.....	19
Tabla 2-2.	FE contaminantes locales: Fuentes de uso general.....	20
Tabla 2-3.	FE material particulado: Fuentes de uso general	21
Tabla 2-4.	FE contaminantes climáticos: Fuentes de uso general	22
Tabla 2-5.	FE compuestos tóxicos: Fuentes de uso general.....	23
Tabla 2-6.	FE Dioxinas y Furanos: Fuentes de uso general.....	24
Tabla 2-7.	FE Xileno/Etileno: Fuentes de uso general [mg/MJ]	24
Tabla 2-8.	FE Otros contaminantes: Fuentes de uso general [mg/MJ].....	24
Tabla 2-9.	Posibles equipos de control a considerar: Fuentes de uso general	25
Tabla 2-10.	Tabla resumen rubro: Producción de asfalto.....	26
Tabla 2-11.	FE contaminantes locales: Producción de asfalto [kg/ton]	27
Tabla 2-12.	FE material particulado: Producción de asfalto [kg/ton].....	27
Tabla 2-13.	FE compuestos tóxicos: Producción de asfalto	28
Tabla 2-14.	Dioxinas y Furanos: Producción de asfalto [µg TEQ/ton]	28
Tabla 2-15.	Tabla resumen rubro: Producción de Cemento.....	29



Tabla 2-16. FE contaminantes locales: Producción de cemento [kg/ton].....	30
Tabla 2-17. FE material particulado: Producción de cemento [kg/ton]	30
Tabla 2-18. FE contaminantes climáticos: Producción de cemento.....	31
Tabla 2-19. FE compuestos tóxicos: Producción de cemento.....	31
Tabla 2-20. FE Dioxinas y Furanos: Producción de cemento [µg TEQ/ton].....	32
Tabla 2-21. Tabla resumen rubro: Generación de energía.....	32
Tabla 2-22. FE contaminantes locales: Generación de energía.....	35
Tabla 2-23. FE material particulado: Generación de Energía.....	40
Tabla 2-24. FE contaminantes climáticos: Generación de Energía.....	43
Tabla 2-25. FE componentes tóxicos: Generación de Energía.....	47
Tabla 2-26. FE dioxinas y furanos: Generación de energía [µg TEQ/ton].....	50
Tabla 2-27. FE Xilenos y Etilenos: Generación de energía [mg/MJ].....	51
Tabla 2-28. FE otros contaminantes: Generación de energía [mg/MJ].....	52
Tabla 2-29. Posibles equipos de control a considerar: Generación de energía.....	53
Tabla 2-30. Tabla resumen rubro: Procesamiento de granos	55
Tabla 2-31. FE material particulado: Procesamiento de granos [kg/ton].....	55
Tabla 2-32. Tabla resumen rubro: Producción de celulosa.....	56
Tabla 2-33. FE contaminantes locales: Producción de celulosa.....	57
Tabla 2-34. FE material particulado: Producción de celulosa.....	57
Tabla 2-35. FE contaminantes climáticos: Producción de celulosa.....	57
Tabla 2-36. FE compuestos tóxicos: Producción de celulosa.....	58
Tabla 2-37. FE Xileno/Etileno: Producción de celulosa [g/ton].....	58
Tabla 2-38. Posibles equipos de control a considerar: Producción Celulosa.....	58
Tabla 2-39. Tabla resumen rubro: Aserraderos y fabricación de madera elaborada.....	59
Tabla 2-40. FE contaminantes locales: Aserraderos y fabricación de madera elaborada [kg/ton].....	59
Tabla 2-41. FE material particulado: Aserraderos y fabricación de madera elaborada [kg/ton].....	59
Tabla 2-42. FE contaminantes climáticos: Aserraderos y fabricación de madera elaborada [kg/ton].....	60
Tabla 2-43. Tabla resumen rubro: Minería no metálica.....	60
Tabla 2-44. FE contaminantes locales: Minería no metálica.....	61
Tabla 2-45. FE material particulado: Minería no metálica.....	61
Tabla 2-46. FE contaminantes climáticos: Minería no metálica [g/GJ].....	62
Tabla 2-47. Tabla resumen rubro: Producción de cal.....	62
Tabla 2-48. FE contaminantes locales: Producción de cal [kg/ton].....	64
Tabla 2-49. FE material particulado: Producción de cal [kg/ton].....	64
Tabla 2-50. FE contaminantes climáticos: Producción de cal.....	65
Tabla 2-51. FE dioxinas y furanos: Producción de cal [µg TEQ/ton].....	66
Tabla 2-52. Posibles equipos de control a considerar: Producción de Cal.....	66
Tabla 2-53. Tabla resumen rubro: Producción de cerámica.....	67
Tabla 2-54. FE contaminantes locales: Producción de cerámica [kg/ton].....	67
Tabla 2-55. FE material particulado: Producción de cerámica [kg/ton].....	67
Tabla 2-56. FE contaminantes climáticos: Producción de cerámica [ton/ton].....	68
Tabla 2-57. FE compuestos tóxicos: Producción de cerámica [kg/ton].....	68
Tabla 2-58. FE dioxinas y furanos: Producción de cerámica [µg TEQ/ton].....	68
Tabla 2-59. Posibles equipos de control a considerar: Producción de Cerámica.....	68
Tabla 2-60. Tabla resumen rubro: Producción de vidrio.....	69
Tabla 2-61. FE contaminantes locales: Producción de vidrio [kg/ton].....	70
Tabla 2-62. FE material particulado: Producción de vidrio [kg/ton].....	70

Tabla 2-63. FE contaminantes climáticos: Producción de vidrio.....	71
Tabla 2-64. FE dioxinas y furanos: Producción de vidrio [µg TEQ/ton]	72
Tabla 2-65. Tabla resumen rubro: Sinterización de arcilla y cenizas.....	72
Tabla 2-66. FE material particulado: Sinterización de arcilla y cenizas [kg/ton].....	73
Tabla 2-67. FE compuestos tóxicos: Sinterización de arcilla y cenizas [mg/ton].....	73
Tabla 2-68. FE Dioxinas/Furanos: Sinterización de arcilla y cenizas [µg TEQ/ton]	73
Tabla 2-69. Tabla resumen rubro: Producción de yeso.....	74
Tabla 2-70. FE material particulado: Producción de yeso.....	74
Tabla 2-71. Tabla resumen rubro: Fabricación de coque.....	75
Tabla 2-72. FE material particulado: Fabricación de coque [kg/ton].....	75
Tabla 2-73. FE contaminantes climáticos: Fabricación de coque [g/ton].....	76
Tabla 2-74. FE compuestos tóxicos: Fabricación de coque [g/ton].....	76
Tabla 2-75. FE Dioxinas/Furanos: Fabricación de coque [ug TEQ/ton]	76
Tabla 2-76. Tabla resumen rubro: Fabricación de hierro.....	76
Tabla 2-77. FE contaminantes locales: Fabricación de hierro [kg/ton].....	77
Tabla 2-78. FE material particulado: Fabricación de hierro [kg/ton].....	77
Tabla 2-79. FE contaminantes climáticos: Fabricación de hierro	77
Tabla 2-80. FE compuestos tóxicos: Fabricación de hierro [g/ton].....	78
Tabla 2-81. FE Dioxinas y Furanos: Fabricación de hierro [µg TEQ/ton]	78
Tabla 2-82. Tabla resumen rubro: Manufactura del acero.....	79
Tabla 2-83. FE contaminantes locales: Manufactura del acero [kg/ton].....	80
Tabla 2-84. FE material particulado: Manufactura del acero [kg/ton].....	80
Tabla 2-85. FE contaminantes climáticos: Manufactura del acero	81
Tabla 2-86. FE compuestos tóxicos: Manufactura del acero [g/ton].....	82
Tabla 2-87. FE Dioxinas y Furanos: Manufactura del acero [µg TEQ/ton].....	82
Tabla 2-88. Posibles equipos de control a considerar: Manufactura del Acero	83
Tabla 2-89. Tabla resumen rubro: Minería metálica.....	83
Tabla 2-90. FE contaminantes locales: Minería metálica [kg/ton].....	83
Tabla 2-91. FE material particulado: Manufactura del acero [kg/ton].....	84
Tabla 2-92. Tabla resumen rubro: Ferroaleaciones.....	84
Tabla 2-93. FE contaminantes climáticos: Ferroaleaciones.....	85
Tabla 2-94. FE compuestos tóxicos: Ferroaleaciones [g/ton].....	85
Tabla 2-95. FE Dioxinas y Furanos: Ferroaleaciones [µg TEQ/ton].....	85
Tabla 2-96. Tabla resumen rubro: Producción de plomo.....	85
Tabla 2-97. FE contaminantes climáticos: Producción de plomo [ton/ton]	86
Tabla 2-98. FE compuestos tóxicos: Producción de plomo [g/ton].....	86
Tabla 2-99. FE Dioxinas y Furanos: Producción de plomo [µg TEQ/ton]	86
Tabla 2-100. Tabla resumen rubro: Cobres	86
Tabla 2-101. FE contaminantes locales: Cobre [kg/ton].....	87
Tabla 2-102. FE material particulado: Cobre [kg/ton].....	88
Tabla 2-103. FE contaminantes climáticos: Cobre [g/ton]	88
Tabla 2-104. FE compuestos tóxicos: Cobre	88
Tabla 2-105. FE Dioxinas y Furanos: Cobre [µg TEQ/ton]	89
Tabla 2-106. Posibles equipos de control a considerar: Cobre	90
Tabla 2-107. Tabla resumen rubro: Otros metales.....	90
Tabla 2-108. FE material particulado: Otros metales [kg/ton].....	90
Tabla 2-109. FE compuestos tóxicos: Otros metales [kg/kg].....	91



Tabla 2-110. Tabla resumen rubro: Fabricación de hierro.....	91
Tabla 2-111. FE contaminantes locales: Fabricación de hierro [kg/ton].....	91
Tabla 2-112. FE material particulado: Fabricación de hierro [kg/ton].....	92
Tabla 2-113. FE compuestos tóxicos: Fabricación de hierro.....	92
Tabla 2-114. Tabla resumen rubro: Manufactura del acero.....	92
Tabla 2-115. FE contaminantes locales: Manufactura del acero [kg/ton].....	93
Tabla 2-116. FE material particulado: Manufactura del acero [kg/ton].....	94
Tabla 2-117. FE contaminantes climáticos: Manufactura del acero.....	94
Tabla 2-118. Tabla resumen rubro: Ferroaleaciones.....	95
Tabla 2-119. FE Material particulado: Ferroaleaciones [kg/ton].....	95
Tabla 2-120. Tabla resumen rubro: Producción de plomo.....	95
Tabla 2-121. FE contaminantes locales: Producción de plomo [kg/ton].....	96
Tabla 2-122. FE material particulado: Producción de plomo [kg/ton].....	96
Tabla 2-123. FE contaminantes climáticos: Producción de plomo [ton/ton].....	96
Tabla 2-124. FE compuestos tóxicos: Producción de plomo [kg/ton].....	97
Tabla 2-125. FE Xileno/Etileno: Producción de plomo [kg/ton].....	97
Tabla 2-126. Tabla resumen rubro: Cobre.....	97
Tabla 2-127. FE contaminantes locales: Cobre [kg/ton].....	98
Tabla 2-128. FE material particulado: Cobre [kg/ton].....	98
Tabla 2-129. FE contaminantes climáticos: Cobre [g/ton].....	99
Tabla 2-130. FE compuestos tóxicos: Cobre.....	99
Tabla 2-131. FE Dioxinas/Furanos: Cobre [µg TEQ/ton].....	100
Tabla 2-132. Tabla resumen rubro: Producción de aluminio.....	101
Tabla 2-133. FE Contaminantes locales: Producción de aluminio [kg/ton].....	101
Tabla 2-134. FE Material particulado: Producción de aluminio [kg/ton].....	101
Tabla 2-135. FE Contaminantes climáticos: Producción de aluminio [g/ton].....	102
Tabla 2-136. Tabla resumen rubro: Fundición de hierro.....	102
Tabla 2-137. FE Contaminantes locales: Fundición de hierro [kg/ton].....	102
Tabla 2-138. FE Material particulado: Fundición de hierro [kg/ton].....	103
Tabla 2-139. FE Contaminantes climáticos: Fundición de hierro [g/ton].....	103
Tabla 2-140. Tabla resumen rubro: Producción de zinc.....	103
Tabla 2-141. FE Contaminantes locales: Producción de zinc [kg/ton].....	104
Tabla 2-142. FE Material particulado: Producción de zinc [kg/ton].....	104
Tabla 2-143. Tabla resumen rubro: Productos de resina de fibra de vidrio.....	105
Tabla 2-144. FE contaminantes locales: Productos de resina de fibra de vidrio [kg/ton].....	105
Tabla 2-145. Tabla resumen rubro: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	105
Tabla 2-146. FE contaminantes locales: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	106
Tabla 2-147. FE material particulado: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	108
Tabla 2-148. FE contaminantes climáticos: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	108
Tabla 2-149. FE compuestos tóxicos: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	109
Tabla 2-150. FE dioxinas y furanos: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	110
Tabla 2-151. FE Xileno/Etileno: Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos.....	110
Tabla 2-152. Tabla resumen rubro: Ácido nítrico.....	110
Tabla 2-153. FE contaminantes locales: Ácido nítrico [kg/ton].....	111
Tabla 2-154. FE material particulado: Ácido nítrico [kg/ton].....	111
Tabla 2-155. FE contaminantes climáticos: Ácido nítrico.....	111
Tabla 2-156. Posibles equipos de control a considerar: Ácido nítrico.....	111

Tabla 2-157. Tabla resumen rubro: Etileno.....	112
Tabla 2-158. FE contaminantes climáticos: Etileno.....	112
Tabla 2-159. Tabla resumen rubro: Metanol.....	112
Tabla 2-160. FE contaminantes climáticos: Metanol.....	113
Tabla 2-161. Tabla resumen rubro: Recubrimiento de superficies.....	113
Tabla 2-162. FE contaminantes locales: Recubrimiento de superficies.....	113
Tabla 2-163. FE compuestos tóxicos: Recubrimiento de superficies [kg/ton].....	114
Tabla 2-164. FE Xileno/Etileno: Recubrimiento de superficies [kg/ton].....	114
Tabla 2-165. Tabla resumen rubro: Disposición de residuos.....	114
Tabla 2-166. FE Contaminantes locales: Disposición de residuos [kg/ton].....	115
Tabla 2-167. FE material particulado: Disposición de residuos [kg/ton].....	116
Tabla 2-168. FE Contaminantes climáticos: Disposición de residuos - Fuente Incineradores.....	117
Tabla 2-169. FE Compuestos tóxicos: Disposición de residuos.....	118
Tabla 2-170. FE Dioxinas y Furanos: Disposición de residuos [µg TEQ/ton].....	119
Tabla 2-171. FE Xilenos y Etilenos: Disposición de residuos. Fuente: Incineradores.....	119
Tabla 2-172. FE Otros contaminantes: Disposición de residuos [g/ton].....	120
Tabla 2-173. Tabla resumen rubro: Generación de energía eléctrica y vapor.....	120
Tabla 2-174. FE Contaminantes locales: Generación energía eléctrica y vapor.....	122
Tabla 2-175. FE material particulado: Generación energía eléctrica y vapor [kg/ton].....	124
Tabla 2-176. FE Contaminantes climáticos: Generación de energía eléctrica y vapor.....	126
Tabla 2-177. FE Compuestos tóxicos: Generación energía eléctrica y vapor.....	128
Tabla 2-178. FE Dioxinas y furanos: Generación energía eléctrica y vapor.....	131
Tabla 2-179. FE Xileno y Etileno: Generación energía eléctrica y vapor.....	132
Tabla 2-180. FE Otros: Generación energía eléctrica y vapor.....	132
Tabla 2-181. Posibles equipos de control a considerar: Generación energía eléctrica y vapor.....	133
Tabla 3-1. Equipos de abatimiento considerados.....	137
Tabla 3-2. Eficiencias de Abatimiento para MP (%).....	143
Tabla 3-3. Eficiencias de Abatimiento para NOx (%).....	144
Tabla 3-4. Eficiencias de Abatimiento para SO ₂ (%).....	145
Tabla 3-5. Eficiencias de Abatimiento para COV (%).....	146
Tabla 4-1. Combustibles a caracterizar.....	147
Tabla 4-2. Parámetros requeridos para cálculo de FE.....	148
Tabla 4-3. Parámetros combustibles.....	149
Tabla 4-4. Parámetros combustibles, continuación.....	150
Tabla 4-5. Homologación combustibles AP42 - BNE.....	152
Tabla 4-6. Homologación combustibles Impuestos Verdes - BNE.....	153
Tabla 5-1. Métodos de prueba.....	156
Tabla 5-2. Clasificación cualitativa de la calidad de los datos y calidad del factor de emisión propuesto por la EPA.....	159
Tabla 5-3. Escala de Representatividad del Factor de Emisión según calidad de datos, número de fuentes y cantidad de pruebas.....	160
Tabla 7-1. Caracterización Rubros y Fuentes.....	165
Tabla 7-2. Definición CCF8 incluidos con nombres originales, elaborados a partir de definiciones de la epa.....	168
Tabla 7-3. Funcionamiento de los equipos y sistemas de abatimiento por tipo de contaminante controlado.....	185

Lista de Figuras

No table of figures entries found.



Acrónimos y Abreviaturas

Instituciones, Programas, Estudios y Clasificaciones

AP42	: <i>Compilation of Air Pollutant Emissions Factors</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
BNE	: Balance Nacional de Energía
CCF8	: Código de Clasificación de Fuentes con sus ocho dígitos
CONAMA	: Comisión Nacional del Medio Ambiente
EEA	: Agencia Europea del Medio Ambiente
EIA	: Administración de Información Energética de Estados Unidos
EMEP	: Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación
EMC	: <i>Air Emission Measurement Center</i>
ENAP	: Empresa Nacional del Petróleo
IPCC	: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MIT	: <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
NCASI	: National Council on Air and Stream Improvement for the Pulp and Paper Industry
PMR	: <i>Partnership for Market Readiness</i>
PNUMA	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RETC	: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
UNECE	: Comisión Económica de las Naciones Unidas
US-EPA	: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos

Abreviaturas

AGIES	: Análisis General del Impacto Económico y Social
CC	: Cambio Climático
CPR	: Comercial, particular y residencial
CTR	: Calificación de prueba compuesta
DE	: Decreto Exento
DS	: Decreto Supremo
FE	: Factor de Emisión
FQI	: Índice de calidad del factor
GEI	: Gases de Efecto Invernadero
GLP	: Gas Licuado de Petróleo
ITR	: Calificación de prueba individual
IPPU	: Industrial Processes and Product Use
NCh	: Norma Chilena
PCI	: Poder Calorífico Inferior

PCS	: Poder Calorífico Superior
Res	: Resolución
RM	: Región Metropolitana
BC	: Carbono negro
CO ₂	: Dióxido de carbono
COV	: Compuestos Orgánicos Volátiles
HFC	: Hidrofluorocarbonos
MP	: Material particulado
NO _x	: Óxidos de nitrógeno
PCDD-F	: Dioxinas y furanos
PFC	: Perfluorocarbonos
PTS	: Material Particulado Total
SO ₂	: Dióxido de azufre
%m/m	: Porcentaje masa/masa
BTU	: Unidad térmica británica
cal	: Caloría
cc	: Centímetro cúbico
g	: Gramo
G	: Giga, 10 ⁹
h	: Hora
J	: Joule
k	: Kilo, 10 ³
m	: Mili, 10 ⁻³
m ²	: Metros cuadrados
m ³	: Metros cúbicos
ppm	: Partes por millón
T	: Tera, 10 ¹²
ton	: Tonelada
μg TEQ	: Microgramos equivalentes tóxicos

Formato

“.”	: separador decimal
“,”	: separador de miles



1. Introducción

El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), acorde al artículo N°1 del D.S. N°1/2013 del MMA, es el encargado de capturar, recopilar, sistematizar, analizar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes al público. Junto con lo anterior, conforme a la ley 20.780 que moderniza la legislación tributaria en su artículo 8, establece que “El Ministerio del Medio Ambiente publicará anualmente un listado de los establecimientos que se encuentran en la situación del inciso primero de este artículo y de las comunas que han sido declaradas como saturadas o latentes para efectos de este impuesto”, para ello el D.S. N°18/2016 del MMA establece en su artículo 9, que la publicación de este listado se construye en base a la obligación de registrarse a través del Sistema de Ventanilla Única del RETC, artículo 5 del mismo decreto.

Un elemento fundamental para el cumplimiento de la obligación anteriormente descrita es disponer de un catastro exhaustivo de fuentes y procesos industriales, a partir del cual se pueda elaborar el listado, y posteriormente cuantificar las emisiones para el posterior pago del denominado “impuesto verde” a fuentes fijas, con factores de emisión confiables. Asimismo, de acuerdo a los artículos N°12 y N°13 del D.S. N°1/2013 del MMA, el RETC recibe todos los años información de emisiones de fuentes puntuales provenientes de los enlaces sectoriales y de órganos de la administración del Estado, en la que se han detectado importantes brechas respecto a los factores de emisión, provocando falencias en la calidad de los datos. Por tanto, uno de los objetivos es reducir o eliminar las brechas actualmente presentes, trabajando en conjunto con las instituciones involucradas.

1.1. PROPÓSITO GUÍA METODOLÓGICA

El objetivo de la presente guía es desarrollar una metodología para estimar emisiones, las que se pueden utilizar en el diseño de políticas públicas que busquen reducir la contaminación atmosférica de distintas localidades del territorio nacional. Así, se puede tener un insumo clave para el desarrollo de los Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) y el diseño de los Planes de Prevención y Descontaminación de aquellas ciudades chilenas que se encuentren en nivel de latencia o saturación (MMA, 2017).

Dicho esto, el presente documento “Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Provenientes de Fuentes Puntuales” responde a los siguientes usos (MMA, 2017):

- Estimar las variaciones de emisiones en distintos periodos temporales
- Determinar tendencias en las emisiones
- Identificar contribución relativa de sectores y su potencial de reducción
- Documentar el nivel de emisiones de una ciudad o zona en cierto año
- Verificar que las fuentes emisoras cumplan con las normas de emisión establecidas, en caso de existir
- Identificar sectores con mayor potencial de reducción

- Estimar efectividad de medidas de reducción aplicadas
- Estimar de manera simple el efecto de las emisiones en la concentración ambiental

1.2. ALCANCE Y SUPUESTOS UTILIZADOS

Respecto a qué contaminantes incluir, se consideraron todos los contaminantes que pueden ser emitidos al aire por fuentes puntuales. No obstante, existe un conjunto de contaminantes prioritarios (ver Tabla 1-1) los que son requeridos para el RETC nacional.

TABLA 1-1. CONTAMINANTES PRIORITARIOS CONSIDERADOS

Gases de Efecto Invernadero	Dióxido de Carbono (CO ₂)
	Metano (CH ₄)
	Óxido Nitroso (N ₂ O)
	Hidrofluorocarbonos (HFCs)
	Perfluorocarbonos (PFCs)
	Hexafluoruro de azufre (SF ₆)
	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
	Óxidos de Azufre (SO _x)
	Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)
	Monóxido de Carbono (CO)
	Material Particulado
Contaminantes Locales	Material Particulado inferior a 10 micrones (MP10)
	Material Particulado inferior a 2,5 micrones (MP2,5)
	Amoniaco (NH ₃)
	Hidrocarburos Totales
	Plomo (Pb)
	Arsénico (As)
	Mercurio (Hg)
	Tolueno
	Benceno
	Dioxinas y Furanos
Carbono Negro	

Fuente: Elaboración propia.



En relación a las fuentes emisoras, se deben considerar todas las identificadas en el presente documento (ver Sección 2). Estas se detallan dentro de cada rubro a considerar, los que se presentan en la Tabla 1-2.

TABLA 1-2. SECTORES Y RUBROS CONSIDERADOS

SECTOR	SUBSECTOR	RUBRO
CPR	Comercial/Residencial	Fuente uso general
	Construcción	Producción de asfalto
		Producción de cemento
	General	Generación de energía
	Industria alimentaria y agropecuaria	Procesamiento de granos
	Industria de madera y el papel	Producción de celulosa
		Aserraderos y fabricación de madera elaborada
	Industria de productos minerales	Minería no metálica
		Producción de cal
		Producción de cerámica
		Producción de vidrio
		Sinterización de arcilla y cenizas
		Producción de yeso
		Industria metalúrgica primaria
	Fabricación de hierro	
	Manufactura del acero	
	Minería metálica	
	Ferroaleaciones	
	Producción de plomo	
	Cobre	
	Otros metales	
	Producción de níquel	
	Fabricación hierro	
	Industria metalúrgica secundaria	Manufactura del acero
		Ferroaleaciones
		Producción de plomo
		Cobre
Producción de aluminio		
Industria química	Fundición hierro	
	Producción de zinc	
	Productos de resina de fibra de vidrio	
	Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos	
	Ácido nítrico	
Industria sanitaria	Etileno	
	Metanol	
	Recubrimiento de superficies	
Industria sanitaria	Disposición de residuos	
Termoeléctricas	Generación energía eléctrica y vapor	

CPR: Comercial, Particular y Residencial: incluye fuentes emisoras genéricas, que puedan aplicar a diversos sectores.
Fuente: Elaboración propia en base a términos de referencia y reuniones sostenidas con la contraparte técnica.



2. Estimación de emisiones Fuentes Puntuales

Las emisiones de una fuente se pueden estimar con el uso de factores de emisión, a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Estimación de Emisiones Atmosféricas

$$Emisiones = FE \cdot NA \cdot \left(1 - \frac{EA}{100}\right)$$

Donde:

FE: Factor de emisión

NA: Nivel de actividad

EA: Eficiencia de abatimiento (%)¹.

El FE está relacionado a las características de emisión de la fuente, las que se detallan en esta Sección, mientras que el NA se relaciona con el sector económico y para, fuentes puntuales, los establecimientos deben declarar su nivel de actividad según lo establecido en el DS 138/2005 del Ministerio de Salud. Se debe tener en cuenta que las unidades del factor de emisión y del nivel de actividad deben coincidir para un adecuado cálculo de las emisiones. Para una correcta conversión de unidades, se puede consultar la sección de caracterización de combustibles (ver Sección 4). Algunos de los FE se presentan como fórmulas en base a ciertos parámetros, los que se detallan en las notas al pie de la respectivas tablas, según corresponda.

Para la elaboración del listado de factores de emisión, se realizó una revisión bibliográfica de las siguientes fuentes:

- AP42 de la “Environmental Protection Agency” (US-EPA)
- EMEP/EEA 2016 de la “European Environment Agency”
- Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero²
- Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Mercurio, PNUMA
- Instrumental para la identificación y Cuantificación de Dioxinas y Furanos, PNUMA

Dado que las fuentes bibliográficas podían presentar distintos factores de emisión para un mismo contaminante y sector, se utilizó una jerarquización de cuáles fuentes de información utilizar. Esta es la siguiente:

¹ En caso de que la fuente emisora cuente con algún sistema de abatimiento de emisiones que no esté considerado en el FE utilizado.

² Se revisó la versión del 2006 junto a la actualización 2019.

- Para todos los GEI se utilizó como única referencia las directrices del IPCC 2006.
- Para el Hg se utilizó como única referencia el PNUMA
- Para dioxinas y furanos se utilizó como única referencia el PNUMA

Para el resto de los contaminantes locales se utilizó la información del AP42 como base, y se complementó con el EMEP/EEA³

En el caso de las eficiencias de abatimiento estas se presentan en la Sección 3. En cada rubro se indica si existen antecedentes validando que para una determinada fuente de emisión que equipos de abatimiento se pueden instalar.

Se estructuró las secciones de la guía en base a las características de cada rubro. Para cada uno en particular, la información se presenta de la siguiente manera:

- Tabla resumen del rubro
- Descripción procesos emisores
- Factores de emisión a considerar
 - o CCF8
 - o Contaminantes
 - o Nivel de actividad
 - o Parámetros requeridos
 - o Referencia
- Posibles equipos de control
 - o CCF8
 - o Aplicabilidad
 - o Referencia

2.1. SECTOR COMERCIAL, PARTICULAR Y RESIDENCIAL (CPR)

En esta sección se presentan los subsectores del sector comercial, privado y residencial, sus rubros y sus respectivos factores de emisión.

2.1.1. Subsector Comercial/Residencial

En la siguiente sección se presentan los factores de emisión para los rubros del sector comercial/residencial.

³ Para un mismo contaminante presentado en el AP42 y EMEP/EEA, se utilizó el factor propuesto por el AP42.



2.1.1.1. Fuentes de uso general

A continuación, se presenta en la Tabla 2-1 un resumen del rubro de fuentes de uso general, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-1. TABLA RESUMEN RUBRO: FUENTES DE USO GENERAL

SECTOR		COMERCIAL, PARTICULAR Y RESIDENCIAL (CPR)
Subsector	Comercial/Residencial	
Rubro	Fuentes de uso general	
Fuente	CCF8	Detalle
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Aceite residual
	1-03-004-02	Aceite residual 10-100 millones BTU/h
	1-03-005-01	Aceite destilado, grado 1 y 2
	1-03-005-02	Aceite destilado 10-100 millones BTU/h
	1-03-005-03	Aceite destilado <10 millones BTU/h
	1-03-006-01	Gas natural >100 millones BTU/h
	1-03-006-02	Gas natural 10-100 millones BTU/h
	1-03-006-03	Gas natural <10 millones BTU/h
	1-03-009-01	Quema de corteza
	1-03-009-02	Madera/Quema de corteza
	1-03-009-03	Madera húmeda (>= 20% humedad)
	1-03-009-08	Madera seca (<20% humedad)
	Grupos Electrógenos	1-03-010-01
1-03-010-02		Propano
1-03-010-03		Gas licuado de petróleo (GLP) - Mezcla de butano / propano
Hornos de Panadería	1-03-011-01	Biomasa Caldera Stoker
	1-03-012-01	Desechos sólidos
	1-03-013-01	Desechos líquidos
	2-03-001-01	Diésel, recíproco
	2-03-002-01	Gas Natural, recíproco
	2-03-003-01	Gasolina, recíproco
	3-02-032-01	Panaderías: Horneado de pan: proceso de masa de esponja.
	3-02-032-02	Panaderías Horneado de pan: proceso de masa recta.

Fuente: Elaboración propia.

Son fuentes utilizadas con el objetivo de calefaccionar, calentar agua o generar electricidad, tanto por establecimientos industriales como no industriales.

En las calderas de agua caliente, las emisiones se generan al quemar combustible para calentar agua, ya sea para actividades comerciales o residenciales (MMA, 2017).

Son motores estacionarios utilizados para la autogeneración de energía eléctrica mediante la quema de un combustible (MMA, 2017).

En el sector económico de panaderías, las emisiones se producen por combustión en hornos (MMA, 2017).

A continuación, se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de fuentes de uso general para contaminantes locales (Tabla 2-2), para el material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-3), y para contaminantes climáticos (Tabla 2-4), compuestos tóxicos tales como arsénico (As) y plomo (Pb) (Tabla 2-5), para las dioxinas y furanos (PCDD-F) (Tabla 2-6), para Xileno/Etileno (Tabla 2-7), y otros (Tabla 2-8).

TABLA 2-2. FE CONTAMINANTES LOCALES: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CO	COV	NH ₃ ^(b)	NOx	SO ₂
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(a)	kg/m ³	0.5991	N/A	0.0959	5.6318	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-004-02	Petróleo residual-Quemado ^(c)	kg/m ³	0.5991	N/A	0.0959	6.5905	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(a)
	1-03-005-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(a)	kg/m ³	0.5991	N/A	0.0959	2.8758	(1.4.2E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-005-02	Petróleo destilado-Quemado ^(a)	kg/m ³	0.5991	N/A	0.0959	2.3965	(1.4.2E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-005-03		kg/m ³	0.5991	N/A	0.0959	2.3965	(1.4.2E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-006-01	Gas natural-Quemado	mg/m ³	1345.5509 ^(d)	88.1015 ^(d)	7.8490 ^(d)	4485.1695 ^(d)	9.6111 ^(d)
	1-03-006-02		mg/m ³	1345.5509 ^(d)	88.1015 ^(d)	7.8490 ^(d)	4485.1695 ^(m)	9.6111 ^(d)
	1-03-006-03		mg/m ³	1345.5509 ^(d)	88.1015 ^(d)	7.8490 ^(d)	4485.1695 ^(m)	9.6111 ^(d)
	1-03-009-01	Calor-Entrada ^(e)	gramos/MJ	0.2580	0.0073	N/A	0.0946	0.0107
	1-03-009-02		gramos/MJ	0.2580	0.0073	N/A	0.0946	0.0107
	1-03-009-03		gramos/MJ	0.2580	0.0073	N/A	0.0946	0.0107
	1-03-009-08		gramos/MJ	0.2580	0.0073	N/A	0.2107	0.0107
	1-03-010-01	Butano-Quemado ^(f)	kg/m ³	0.2516	N/A	N/A	1.7974	(9.000E-2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-010-02	Propano-Quemado ^(f)	kg/m ³	0.2277	N/A	N/A	1.6776	(1.000E-1*S)* 0.4535924/ 3.785412
	1-03-012-01	Residuo solido-Quemado ^(c)	kg/ton	N/A	0.9072	N/A	2.6762	0.7257 ^(g)
1-03-013-01	Residuo liquido-Quemado	kg/m ³	N/A	0.1198 ^(g)	N/A	N/A	N/A	
Grupos Electrógenos	2-03-001-01	Diésel-Quemado ^(h)	kg/m ³	15.5774	N/A	N/A	72.3752	4.7571
	2-03-002-01	Gas natural-Quemado ⁽ⁱ⁾	kg/m ³	6391.3665	1858.1417	N/A	45492.4335	9.6111 ⁽ⁱ⁾
	2-03-003-01	Gasolina-Quemado ^(k)	kg/m ³	946.6288	N/A	N/A	24.5644	1.2702
Hornos de Panadería	3-02-032-01	Pan-Horneado ^(l)	kg/ton	N/A	2.1493	N/A	N/A	N/A
	3-02-032-02		kg/ton	N/A	2.1493	N/A	N/A	N/A

(a): Fuente para CO, NOx y SOx, es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(b): Fuente Development and Selection of Ammonia Emission Factors - Final Report.

(c): Fuente para CO, COV y NOx es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(d): Fuente para CO, COV, NOx y SOx, es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

(e): Fuente para CO, COV, NOx y SOx, es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.

(f): Fuente para CO, NOx y SOx EPA. October, 1996 Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion.

(g): FE basado en valores del estado D

(h): Fuente para CO, NOx y SOx, es EPA. 1995. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines.

(i): Fuente para CO, COV y NOx, es EPA. 1995. Section 3.2, Heavy Duty Natural Gas Fired Pipeline Compressor Engines.



(j): Fuente es EPA. October 1992. Section 1.4, Natural Gas Combustion.
 (k): Fuente para CO, NOx y SOx, es EPA. October 1996. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines.
 (l): Fuente es EPA. September, 1997. Section 9.9.6, Bread Baking.
 (m): Homologación.
 S: Contenido de azufre del combustible en ppm de masa.
 N/A: No aplica.
 Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
 Fuente: AP42.

TABLA 2-3. FE MATERIAL PARTICULADO: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP10	MP2.5	MP
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(a)	kg/m3	N/A	N/A	(9.19E0*S+3.22E0)* 0.4535924/ 3.785412
		Petróleo residual-Quemado	kg/m3	(5.17E0*A)* 0.4535924/ 3.785412 ^(a)	(1.92E0*A)* 0.4535924/ 3.785412	N/A
		Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(a)	kg/m3	N/A	N/A	1.1983
	1-03-004-02	Petróleo residual-Quemado ^(a)	kg/m3	(5.17E0*A)* 0.4535924/ 3.785412	(1.92E0*A)* 0.4535924/ 3.785412	N/A
	1-03-005-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(a)	kg/m3	0.1294	0.0995	0.2397
		Petróleo destilado-Quemado	kg/m3	0.2852	N/A	N/A
	1-03-005-02	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	kg/m3	0.1294	0.0995 ^(a)	N/A
		Petróleo destilado-Quemado ^(a)	kg/m3	0.2852	N/A	0.2397
	1-03-005-03	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(a)	kg/m3	0.1294	0.0995	N/A
		Petróleo destilado-Quemado	kg/m3	0.2852	N/A	0.2397 ^(a)
	1-03-006-01		mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-03-006-02	Gas natural-Quemado ^(b)	mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-03-006-03		mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-03-009-01		kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-03-009-02	Calor-Entrada ^(c)	kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-03-009-03		kg/MJ	0.0001	0.0001	0.0002
	1-03-009-08		kg/MJ	0.0002	0.0001	0.0001
	1-03-010-01	Butano-Quemado ^(d)	kg/m3	0.0599	0.0599	0.0599
	1-03-010-02	Propano-Quemado ^(d)	kg/m3	0.0479	0.0479	0.0479
Grupos Electrónicos	2-03-001-01	Diésel-Quemado ^(e)	kg/m3	5.0926	5.0926	5.0926
	2-03-002-01	Gas natural-Quemado	mg/m3	160.1846 ^(f)	160.1846 ^(f)	160.1846 ^(g)
	2-03-003-01	Gasolina-Quemado ^(e)	kg/m3	1.5098	1.5098	1.5098

(a): Fuente para MP10, MP2.5 y MP es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.
 (b): Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.
 (c): Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.
 (d): Fuente es EPA. October, 1996 Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion.
 (e): Fuente es EPA. October 1996. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines.
 (f): Fuente es EPA. In: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer. EPA-450/4-89-022. U.S. Environmental Protection Agency.
 (g): Fuente es EPA. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources
 N/A: No aplica.
 S: Contenido de azufre en ppm de masa.
 A: Contenido de ceniza en %m/m.
 Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
 Fuente: AP42.

TABLA 2-4. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(a)	CH ₄ [kg/m ³] ^(b)	CO ₂ [kg/TJ] ^(c)	N ₂ O	
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado	1.0808	0.0569	77.40	63.5080 g/m ³ ^(d)	
		Petróleo residual-Quemado					
	1-03-004-02	Petróleo residual-Quemado	1.0808	0.0569	77.40	N/A	
	1-03-005-01		Diésel-Quemado	0.2707	0.0259	74.10	31.1549 g/m ³ ^(d)
			Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado				
			Petróleo destilado-Quemado				
	1-03-005-02		Petróleo Gas/Diésel-Quemado	0.2707	0.0259	74.10	N/A
			Diésel-Quemado				
			Petróleo destilado-Quemado				
	1-03-005-03		Petróleo Gas/Diésel-Quemado	0.2707	0.0259	74.10	N/A
			Diésel-Quemado				
			Petróleo destilado-Quemado				
	1-03-006-01	Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	56.10	35.2406 mg/m ³ ^(e)	
	1-03-006-02	Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	56.10	35.2406 mg/m ³ ^(e)	
	1-03-006-03	Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	56.10	35.2406 mg/m ³ ^(e)	
	1-03-009-01		Calor-Entrada	4.3890	N/A	112.00	5.5890 mg/MJ ^(d)
			Madera/Corteza-Quemado				
			Madera/Residuos de madera-Quemado				
			Calor-Entrada				
	1-03-009-02		Madera/Corteza-Quemado	4.3890	N/A	112.00	5.5890 mg/MJ ^(d)
			Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-03-009-03		Calor-Entrada	4.3890	N/A	112.00	5.5890 mg/MJ ^(d)
			Madera/Corteza-Quemado				
	1-03-009-08		Madera/Residuos de madera-Quemado	4.3890	N/A	112.00	5.5890 mg/MJ ^(d)
			Calor-Entrada				
	1-03-010-01	Petróleo gas licuado-Quemado	N/A	N/A	63.10	N/A	
1-03-010-02		Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	63.10	N/A	
		Petróleo gas licuado-Quemado					
1-03-010-03		Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	63.10	N/A	
		Petróleo gas licuado-Quemado					
1-03-011-01		Biomasa-Quemado	4.3890	N/A	112.00	N/A	
		Madera/Residuos de madera-Quemado					
1-03-012-01	Residuos municipales (no fracción biomasa)-Quemado	N/A	N/A	91.70	N/A		
Grupos Electrónicos	2-03-001-01	Diésel-Quemado	16.9260	N/A	74.10	N/A	
		Petróleo Gas/diésel-Quemado					
	2-03-002-01	Gas natural-Quemado	0.0223	N/A	56.10	N/A	
	2-03-003-01		Diésel-Quemado	16.9260	N/A	69.30	N/A
		Gasolina motor-Quemado					

(a): Fuente es EMEP/EEA

(b): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(c): Fuente es IPCC 2006. Volume 2. Chapter 2 Energy Industries.

(d): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(e): Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

N/A: No aplica

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: EMEP/EEA, AP42, IPCC-Energy.

TABLA 2-5. FE COMPUESTOS TÓXICOS: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	As	BENCENO	Hg ^(f)	Pb	TOLUENO
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Petróleo residual-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	117.00	N/A	N/A
	1-03-004-02	Petróleo residual-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	117.00	N/A	N/A
	1-03-005-01	Calor-Entrada	μg/MJ	1.72 ^(a)	N/A		3.87 ^(a)	N/A
		Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	1-03-006-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	g/m3	N/A	0.33 ^(d)	N/A	N/A	N/A
		Gas natural-Quemado	-	0.0032 mg/m3 ^(b)	0.0336 mg/m3 ^(b)	0.22 μg/m3	0.0080 mg/m3 ^(b)	0.0545 mg/m3 ^(b)
	1-03-006-02	Gas natural-Quemado	-	0.0032 mg/m3 ^(b)	0.0336 mg/m3 ^(b)	0.22 μg/m3	0.0080 mg/m3 ^(b)	0.0545 mg/m3 ^(b)
	1-03-006-03	Gas natural-Quemado	-	0.0032 mg/m3 ^(b)	0.0336 Mg/m3 ^(b)	0.22 μg/m3	0.0080 mg/m3 ^(b)	0.0545 mg/m3 ^(b)
	1-03-009-01	Calor-Entrada	mg/MJ ^(c)	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-03-009-02	Calor-Entrada	mg/MJ ^(c)	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-03-009-03	Calor-Entrada	mg/MJ ^(c)	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-03-009-08	Calor-Entrada	mg/MJ ^(c)	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-03-010-01	Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	1-03-010-02	Gas natural-Quemado	μg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	1-03-010-03	Gas natural-Quemado	μg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	1-03-011-01	Madera/Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
1-03-012-01	Residuo Municipal-Quemado	g/ton	N/A	N/A	5.00	N/A	N/A	
Grupos Electrógenos	2-03-001-01	Calor-Entrada	mg/MJ	N/A	0.40 ^(e)	N/A	N/A	0.18 ^(e)
		Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	2-03-002-01	Gas natural-Quemado	μg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	2-03-003-01	Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A

(a): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(b): Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

(c): Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.

(d): Fuentes es AB2588 Source Test Report for Diesel-fired IC Engine and Diesel-fired Boiler. (Confidential Report No. ERC-93).

(e): Fuente es EPA. October 1996. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines.

(f): Fuente es PNUMA-Hg.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42, PNUMA-Hg.

TABLA 2-6. FE DIOXINAS Y FURANOS: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	PCDD-F
Calderas de Agua Caliente	1-03-004-01	Petróleo residual (No. 5)-Quemado	µg TEQ/ton	2.50
	1-03-004-02	Petróleo residual (No. 5)-Quemado	µg TEQ/ton	2.50
	1-03-005-02	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	µg TEQ/ton	0.50
	1-03-005-03	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	µg TEQ/ton	0.50
	1-03-009-01	Madera/Corteza-Quemado	µg TEQ/ton	500.00
	1-03-009-02	Madera/Corteza-Quemado	µg TEQ/ton	500.00
	1-03-009-03	Madera/Corteza-Quemado	µg TEQ/ton	500.00
	1-03-009-08	Residuo madera-Quemado	µg TEQ/ton	100.00
	1-03-011-01	Madera/Corteza-Quemado	µg TEQ/ton	500.00
	1-03-012-01	Residuo solido-Quemado	µg TEQ/ton	3,500.00
Grupos Electrógenos	2-03-002-01	Biogás-Quemado	ng TEQ/m3	6.07

Fuente: PNUMA-PCD.

TABLA 2-7. FE XILENO/ETILENO: FUENTES DE USO GENERAL [mg/MJ]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	DIBROMURO DE 1,2-ETILENO (a)	DICLORURO DE ETILENO (a)	ISÓMEROS DE XILENO (b)	O-XILENO (a)	PERCLOROETILENO (a)	TRICLOROETILENO (a)
Calderas de Agua Caliente	1-03-009-01	Calor-Entrada	0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-03-009-02		0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-03-009-03		0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-03-009-08		0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
Grupos Electrógenos	2-03-001-01		N/A	N/A	0.1225	N/A	N/A	N/A

(a): Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.

(b): Fuente es EPA. October 1996. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines.

N/A: No aplica.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42.

TABLA 2-8. FE OTROS CONTAMINANTES: FUENTES DE USO GENERAL [mg/MJ]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	ETILBENCENO
Calderas de Agua Caliente	1-03-009-01	Calor-Entrada	0.0133
	1-03-009-02		0.0133
	1-03-009-03		0.0133
	1-03-009-08		0.0133

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42, EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.



La Tabla 2-9 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de fuentes de uso general. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-9. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: FUENTES DE USO GENERAL

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL	
Calderas de Agua Caliente	1-03-005-01	Quemador de bajo NOx	
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	
		Reducción catalítica selectiva	
		Reducción selectiva no catalítica	
	1-03-006-03	Quemador de bajo NOx	
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	
		Reducción catalítica selectiva	
		Reducción selectiva no catalítica	
	1-03-009-08	Precipitador electrostático húmedo	
		Precipitador electrostático seco	
	Grupos Electrógenos	2-03-001-01	Reducción catalítica selectiva
			Reducción selectiva no catalítica
2-03-002-01		Reducción catalítica selectiva	
		Reducción selectiva no catalítica	
2-03-003-01		Reducción catalítica selectiva	
		Reducción selectiva no catalítica	

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2. SECTOR INDUSTRIA

En las siguientes subsecciones se presentan los subsectores del sector industria, sus rubros y sus respectivos factores de emisión.

2.2.1. Subsector Construcción

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada los rubros del subsector de la construcción.

2.2.1.1 Producción de asfalto

A continuación, se presenta en la Tabla 2-10 un resumen del rubro producción de asfalto, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-10. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE ASFALTO

SECTOR		INDUSTRIA
Subsector	Construcción	
Rubro	Producción de asfalto	
Fuente	CCF8	Detalle
Secadores	3-05-002-05	P. tambor
	3-05-002-11	P. convencional con ciclón, giratorio
	3-05-002-45	P. Batch, gas natural
	3-05-002-46	P. Batch, petróleo diésel
	3-05-002-47	P. Batch, petróleo combustible n°6
	3-05-002-55	P. tambor, giratorio, gas natural
	3-05-002-56	P. tambor, giratorio, gas natural, flujo paralelo
	3-05-002-57	P. tambor, giratorio, gas natural, contraflujo
	3-05-002-58	P. tambor, giratorio, petróleo diésel
	3-05-002-59	P. tambor, giratorio, petróleo diésel, flujo paralelo
	3-05-002-60	P. tambor, giratorio, petróleo diésel, contraflujo
	3-05-002-61	P. tambor, giratorio, petróleo combustible n°6
	3-05-002-62	P. tambor, giratorio, petróleo combustible n°6, flujo paralelo
	3-05-002-63	P. tambor, giratorio, petróleo combustible n°6, contraflujo
	3-05-002-01	P. convencional, giratorio
	3-05-002-02	P. Batch
	3-05-002-51	P. Batch, gas natural
	3-05-002-52	P. Batch, petróleo
	Soplado	3-05-001-01
3-05-001-02		Techos, soplado de asfalto: revestimiento
3-06-011-01		Soplado de asfalto

Notas:

P. hace referencia al tipo de planta.

Los secadores se utilizan en la producción de hormigón asfáltico.

El soplado se usa en la fabricación de techos de asfalto, excepto el CCF8 3-06-011-01, que se utiliza en la producción de asfalto/betún.

Fuente: Elaboración propia.

En la construcción, el asfalto se utiliza para la pavimentación de caminos, para la fabricación de techos y en la producción misma de asfalto/betún. En cuanto a la producción del asfalto (de mezclas asfálticas con crudo residual o pitch), se producen emisiones en hornos secadores y sopladores, según corresponda.

El asfalto que se utiliza para pavimentar calles, caminos o carreteras puede ser fabricado en plantas tipo Batch o en plantas de producción continua. En ambos casos se utilizan secadores, los que pueden funcionar con gas o petróleo como combustible (CONAMA, 2009) y son los que generan la emisiones atmosféricas.

Por otro lado, en la fabricación de techos se requieren sopladores, además de los secadores, los que se emplean para inyectar aire a través de los flujos de asfalto a elevadas temperaturas (Kleinschmidt & Snoke, 1958).

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de asfalto para contaminantes locales (Tabla 2-11); para material particulado (Tabla 2-12); para



contaminantes locales, tales como arsénico (As) y plomo (Pb) (Tabla 2-13); y para las dioxinas y furanos (PCDD-F) (Tabla 2-14).

TABLA 2-11. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE ASFALTO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ^(a)	COV ^(a)	NOx ^(a)	SO ₂ ^(b)
Secadores	3-05-002-05 ^(a)	Mix caliente asfalto-Producido	0.1034	0.0096	0.0206	0.0087
	3-05-002-11 ^(a)		0.1034	0.0096	0.0206	0.0087
	3-05-002-45 ^(b)		0.1814	0.0037	0.0113	0.0021
	3-05-002-46 ^(b)		0.1814	0.0037	0.0544	0.0399
	3-05-002-47 ^(b)		0.1814	0.0163	0.0544	0.0399
	3-05-002-55 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0118	0.0015
	3-05-002-56 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0118	0.0015
	3-05-002-57 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0118	0.0015
	3-05-002-58 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0249	0.0050
	3-05-002-59 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0249	0.0050
	3-05-002-60 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0249	0.0050
	3-05-002-61 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0249	0.0263
	3-05-002-62 ^(b)		0.0590	0.0145	0.0249	0.0263
3-05-002-63 ^(b)	0.0590	0.0145	0.0249	0.0263		
Soplado	3-05-001-01 ^(c)	Asfalto-Procesado	0.1225	0.6622	N/A	N/A
	3-05-001-02 ^(c)		0.1225	0.8437	N/A	N/A
	3-06-011-01 ^(c)	Asfalto-Producido	N/A	27.2155	N/A	N/A

(a): Valor por homologación.

(b): Fuente es Section 11.1, Hot Mix Asphalt Plants. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources.

(c): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

N/A: No Aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-12. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE ASFALTO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Secadores ^(a)	3-05-002-05	Mix caliente asfalto-Producido	12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-11		13.5775	0.1633	0.2169
	3-05-002-45		14.5150	2.0412	0.1225
	3-05-002-46		14.5150	2.0412	0.1225
	3-05-002-47		14.5150	2.0412	0.1225
	3-05-002-55		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-56		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-57		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-58		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-59		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-60		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-61		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-62		12.7006	2.9030	0.6804
	3-05-002-63		12.7006	2.9030	0.6804

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Soplado ^(b)	3-05-001-01	Asfalto-Procesado	2.9937	3.0844	N/A
	3-05-001-02		10.8862	11.3398	N/A

(a): Fuente es Section 11.1, Hot Mix Asphalt Plants. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

N/A: No Aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-13. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE ASFALTO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [mg/ton]	Pb [g/ton]
Secadores	3-05-002-58	Mix caliente asfalto-Producido	0.5897	0.2449
	3-05-002-59		0.5897	0.2449
	3-05-002-60		0.5897	0.2449

Fuente: Section 11.1, Hot Mix Asphalt Plants. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. AP42.

TABLA 2-14. DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE ASFALTO [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Secadores	3-05-002-01	Asfalto-Producido	0.0700
	3-05-002-02		0.0700
	3-05-002-05		0.0700
	3-05-002-11		0.0700
	3-05-002-45		0.0700
	3-05-002-46		0.0700
	3-05-002-47		0.0700
	3-05-002-51		0.0700
	3-05-002-52		0.0700
	3-05-002-55		0.0700
	3-05-002-56		0.0700
	3-05-002-57		0.0700
	3-05-002-58		0.0700
	3-05-002-59		0.0700
	3-05-002-60		0.0700
	3-05-002-61		0.0700
	3-05-002-62		0.0700
	3-05-002-63		0.0700
	Soplado		3-05-001-01
3-05-001-02		0.0700	
3-06-011-01		0.0700	

Fuente: PNUMA-PCD.



2.2.1.2. Producción de cemento

A continuación, se presenta en la Tabla 2-15 un resumen del rubro producción de cemento, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-15. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE CEMENTO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Construcción		
Rubro	Producción de cemento		
Fuente	CCF8	Detalle	
Carga	3-05-006-19	Proceso en seco	
	3-05-006-20	Presecado	
	3-05-007-19	Proceso húmedo	
Chancadores	3-05-006-09	Seco, Chancado primario	
	3-05-006-10	Seco, Chancado secundario	
	3-05-007-09	Húmedo, Chancado primario	
	3-05-007-10	Húmedo, Chancado secundario	
Descarga	3-05-006-07	Seco, descarga de materia prima	
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Seco	
	3-05-006-21	Seco, horno de carbón pulverizado	
	3-05-006-22	Seco, horno precalentador	
	3-05-006-23	Seco, horno precalentador/precalcinador	
	3-05-007-06	Húmedo	
Manejo material	3-05-006-08	Seco, pila de materia prima	
	3-05-006-12	Seco, transferencia materia prima	
	3-05-006-15	Seco, pila de clínker	
	3-05-006-16	Seco, transferencia de clínker	
	3-05-006-18	Seco, silo de cemento	
	3-05-006-24	Seco, correa alimentación de materia prima a molino	
	3-05-006-27	Seco, correa alimentación de material molido desde molino	
	3-05-006-28	Seco, pesaje material molido	
	3-05-006-29	Seco, separador de aire material molido	
	3-05-007-12	Húmedo, transferencia materia prima	
Molinos	3-05-007-16	Húmedo, transferencia clínker	
	3-05-007-18	Húmedo, silo de cemento	
	3-05-006-14	Seco, enfriador clínker	
	3-05-006-17	Seco, molienda clínker	
	3-05-007-14	Húmedo, enfriador clínker	
Otros	3-05-007-17	Húmedo, molienda clínker	
	3-05-006-11	Seco, cribado	
	3-05-006-99	Seco, general	
Secadores	3-05-007-11	Húmedo, cribado	
	3-05-007-99	Húmedo, general	
	3-05-006-13	Secado material	

Notas: Seco y húmedo hacen referencia al tipo de proceso.
Fuente: Elaboración propia.

El cemento es ampliamente utilizado en la industria de la construcción. Las principales fuentes emisoras son hornos rotatorios, procesos de carga y descarga, chancadores, manejo de material, molinos y secadores.

El cemento es un material inorgánico, no metálico, que es molido en finas partículas que, al mezclarse con agua y áridos, forma una pasta que fragua y endurece (morteros y hormigones). El cemento de uso más común es el cemento Portland (CONAMA, 2009).

En la producción de cemento Portland u otros tipos es un proceso intensivo en uso de energía, la que usualmente se genera a partir de la quema de combustibles fósiles (Mishra & Siddiqui, 2014). Parte de esta energía se consume por hornos rotatorios de cemento o clínker (los que emiten gases de escape, entre los que se encuentran: óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de carbono (CO₂), agua, oxígeno, dióxido de azufre (SO₂), pequeñas cantidades de polvo y cantidades aún más pequeñas de compuestos orgánicos y metales pesados (como el mercurio). Otras fuentes de emisiones de polvo son los chancadores y molinos (Mishra & Siddiqui, 2014). Cabe destacar que las emisiones de metales pesados dependerán de la materia prima, combustible empleado en el horno y condiciones de operación (CONAMA, 2009).

A continuación, se presenta en las siguientes tablas los factores de emisión en el rubro producción de cemento para contaminantes locales, tales como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SO₂), y para material particulado, gases de efecto invernadero, y compuestos tóxicos.

TABLA 2-16. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE CEMENTO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ^(a)	NOx	SO ₂
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Clínker producido	0.0953	2.7216	4.5359
	3-05-006-22		0.4445	2.1772	0.2495
	3-05-006-23		1.6783	1.9051	0.4990
	3-05-007-06		0.0544	3.3566	3.7195

(a): Factor presente en AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes an Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

Fuente: Section 11.6, Portland Cement Manufacturing, AP42.

TABLA 2-17. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE CEMENTO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Carga	3-05-006-19	Cemento-Producido	N/A	0.0907	N/A
Chancadores	3-05-006-09	Material-Procesado	N/A	0.1179	N/A
	3-05-006-10	Material-Procesado	N/A	0.5126	N/A
	3-05-007-09	Material-Procesado	N/A	0.1179	N/A
	3-05-007-10	Material-Procesado	N/A	0.5126	N/A
Descarga	3-05-006-07	Material-Descargado	N/A	0.0454	N/A
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Clínker-Producido	116.1197	48.9880	N/A
	3-05-006-22	Clínker-Producido	113.3981	N/A	N/A
	3-05-006-23	Clínker-Producido	114.7508	N/A	N/A
	3-05-007-06	Clínker-Producido	58.9670	14.0614	4.1277



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Manejo material	3-05-006-08	Material-Almacenado	N/A	0.6350	N/A
	3-05-006-12	Material-Manejado	N/A	0.0680	N/A
	3-05-007-12	Material-Manejado	N/A	0.0680	N/A
Molinos	3-05-006-14	Cemento-Producido	4.1731	0.3629	N/A
	3-05-006-17	Cemento-Producido	43.5449	37.1946	N/A
	3-05-007-14	Cemento-Producido	N/A	0.3629	N/A
	3-05-007-17	Cemento-Producido	14.5150	12.2470	N/A
Secadores	3-05-006-13	Cemento-Producido	29.0299	24.4940	N/A

N/A: No Aplica
Fuente: AP42

TABLA 2-18. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE CEMENTO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CO ₂ [ton/ton] ^(b)
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Cemento producido	N/A	0.5100
	3-05-006-21		N/A	0.5200
	3-05-006-22		N/A	0.5200
	3-05-006-23		N/A	0.5200
	3-05-007-06		N/A	0.5100
Molinos	3-05-006-17	Clinker producido	3.9000	N/A
Otros	3-05-006-99	Clinker producido	3.9000	N/A

N/A: No Aplica.
(a): EMEP-EEA.
(b): IPCC-IPPU.
Fuente: EMEP-EEA, IPCC-IPPU.

TABLA 2-19. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE CEMENTO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg [g/ton]	Pb [Kg/ton]
Chancadores	3-05-006-09	Cemento producido	0.1500	N/A
	3-05-006-10		0.1500	N/A
	3-05-007-09		0.1100	N/A
	3-05-007-10		0.1100	N/A
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Cemento producido	0.1500	0.0544
	3-05-006-22		0.1500	N/A
	3-05-006-23		0.1500	N/A
	3-05-007-06		0.1100	0.0454
Molinos	3-05-006-14	Cemento producido	0.1500	N/A
	3-05-006-17		0.1500	0.0181
	3-05-007-14		0.1100	N/A
	3-05-007-17		0.1100	0.0091
Secadores	3-05-006-13	Cemento producido	0.1500	0.0181

N/A: No Aplica.
Fuente: PNUMA-Hg, AP42.

TABLA 2-20. FE DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE CEMENTO [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Chancadores	3-05-006-09	Clínker producido	5.00
	3-05-006-10		5.00
	3-05-007-09		5.00
	3-05-007-10		5.00
Hornos rotatorios	3-05-006-06	Clínker producido	5.00
	3-05-006-22		5.00
	3-05-006-23		5.00
	3-05-007-06		5.00
Molinos	3-05-006-14	Clínker producido	5.00
	3-05-006-17		5.00
	3-05-007-14		5.00
	3-05-007-17		5.00
Otros	3-05-007-99	Clínker producido	5.00
Secadores	3-05-006-13	Clínker producido	5.00

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Subsector General

En esta sección se presentan los factores de emisión para el subsector General.

2.2.2.1. Generación de energía

A continuación, se presenta en la Tabla 2-21 un resumen del rubro Generación de energía, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-21. TABLA RESUMEN RUBRO: GENERACIÓN DE ENERGÍA

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	General		
Rubro	Generación de energía		
Fuente	CCF8	Detalle	
Calderas	1-02-001-01	Carbón de antracita - Carbón Pulverizado	
	1-02-001-04	Carbón de antracita - Abastecedor de Cinta Transportadora (Sobrealimentado)	
	1-02-001-17	Carbón de antracita - Caldera de lecho fluidizado Combustible de Antracita/'Culm'	
	1-02-002-01	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Mojado	
	1-02-002-02	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Seco	
	1-02-002-03	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Horno de Ciclón	
	1-02-002-04	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Abastecedor por Esparcimiento	
	1-02-002-05	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Abastecedor sobrealimentado	
	1-02-002-06	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Abastecedor Subalimentado	
	1-02-002-12	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Seco (Tangencial)	



SECTOR	INDUSTRIA
1-02-002-13	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Suspensión Húmeda
1-02-002-17	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Combustión Atmosférica de Lecho Fluidizado: Lecho de Burbujeo (Carbón Bituminoso)
1-02-002-18	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Combustión Atmosférica de Lecho Fluidizado: Lecho Circulante (Carbón Bituminoso)
1-02-002-19	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Cogeneración (Carbón Bituminoso)
1-02-002-21	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Mojado (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-22	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Seco (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-23	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Horno de Ciclón (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-24	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Abastecedor por Esparcimiento (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-25	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Abastecedor de Cinta Transportadora (Sobrealimentado) (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-26	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Carbón Pulverizado: Fondo Seco Tangencial (Carbón Subbituminoso)
1-02-002-29	Carbón Bituminoso/Subbituminoso - Cogeneración (Carbón Subbituminoso)
1-02-003-00	Lignita - Carbón Pulverizado: Fondo Mojado
1-02-003-01	Lignita - Carbón Pulverizado: Fondo Seco, Fuegos Frontales
1-02-003-02	Lignita - Carbón Pulverizado: Fondo Seco, Tangencial Fired
1-02-003-03	Lignita - Horno de Ciclón
1-02-003-04	Lignita - Abastecedor de Cinta Transportadora (Sobrealimentado)
1-02-003-06	Lignita - Abastecedor por Esparcimiento
1-02-003-07	Lignita - Cogeneración
1-02-004-01	Petróleo Residual - Petróleo de Grado 6
1-02-004-02	Petróleo Residual - 10-100 Millones de BTU/h
1-02-004-03	Petróleo Residual - < 10 Millones de BTU/h
1-02-004-04	Petróleo Residual - Petróleo de Grado 5
1-02-004-05	Petróleo Residual - Cogeneración
1-02-005-01	Petróleo Destilado - Petróleo de Grado 1 y 2
1-02-005-02	Petróleo Destilado - 10-100 Millones de BTU/h
1-02-005-03	Petróleo Destilado - < 10 Millones de BTU/h
1-02-005-04	Petróleo Destilado - Petróleo de Grado 4
1-02-006-01	Gas Natural - > 100 Millones de BTU/h
1-02-006-02	Gas Natural - 10-100 Millones de BTU/h
1-02-006-03	Gas Natural - < 10 Millones de BTU/h
1-02-006-04	Gas Natural - Cogeneración
1-02-007-01	Gas de Procesos - Gas de Refinería de Petróleo
1-02-007-04	Gas de Procesos - Gas de Alto Horno
1-02-007-07	Gas de Procesos - Gas de Coquería
1-02-007-10	Gas de Procesos - Cogeneración
1-02-007-99	Gas de Procesos - Otros
1-02-008-02	Coque de petróleo - Todo los tamaños de Calderas
1-02-008-04	Coque de petróleo - Cogeneración
1-02-009-01	Desecho de Madera/Corteza - Caldera de Corteza
1-02-009-02	Desecho de Madera/Corteza - Madera/Caldera de Corteza
1-02-009-03	Desecho de Madera/Corteza - Caldera de Madera - Madera Húmeda (Humedad >=20%)
1-02-009-04	Desecho de Madera/Corteza - Caldera de Corteza (< 50,000 Lb de Vapor)
1-02-009-05	Desecho de Madera/Corteza - Madera/Caldera de Corteza (< 50,000 Lb de Vapor)
1-02-009-06	Desecho de Madera/Corteza - Caldera de Madera (< 50,000 Lb de Vapor)
1-02-009-07	Desecho de Madera/Corteza - Cogeneración con Madera

SECTOR	INDUSTRIA
	1-02-009-08 Desecho de Madera/Corteza - Caldera de Madera - Dry Madera (Humedad <20%)
	1-02-009-11 Desecho de Madera/Corteza - Calderas de Abastecimiento
	1-02-009-12 Desecho de Madera/Corteza - Calderas de Combustión en Lecho Fluidizado
	1-02-010-01 Gas Licuado de Petróleo (GLP) - Butano
	1-02-010-02 Gas Licuado de Petróleo (GLP) - Propano
	1-02-010-03 Gas Licuado de Petróleo (GLP) - Mezcla de Butano/Propano: Porcentaje específico de Butano en los comentarios
	1-02-011-01 Bagazo - Todo los tamaños de Calderas
	1-02-012-01 Desechos Sólidos - Material de Descarte especificado en los comentarios
	1-02-012-02 Desechos Sólidos - Combustibles Derivados de Residuos
	1-02-013-01 Desechos Líquidos - Material de Descarte especificado en los comentarios
	1-02-013-02 Desechos Líquidos - Petróleo Residual Quemado
	1-02-014-01 Caldera de CO - Gas Natural
	3-90-006-89 Gas Natural - General
Turbinas de Generación	2-02-001-01 Petróleo Destilado (Diésel) - Turbina
	2-02-001-02 Petróleo Destilado (Diésel) - Alternativo
	2-02-001-08 Petróleo Destilado (Diésel) - Turbina: Pérdidas por Evaporación (Sistema de Entrega y Guardado de Combustible)
	2-02-001-09 Petróleo Destilado (Diésel) - Turbina: Sistema de Escape
	2-02-002-01 Gas Natural - Turbina
	2-02-002-02 Gas Natural - Alternativo
	2-02-002-03 Gas Natural - Turbina: Cogeneración
	2-02-002-08 Gas Natural - Turbina: Pérdidas por Evaporación (Sistema de Entrega de Combustible)
	2-02-002-09 Gas Natural - Turbina: Sistema de Escape
	2-02-003-01 Gasolina - Alternativo
	2-02-005-01 Petróleo Residual/Crudo - Alternativo
	2-02-009-01 Kerosene/Nafta (Kerojet)- Turbina
	2-02-009-02 Kerosene/Nafta (Kerojet)- Alternativo
	2-02-017-01 Gasolina - Turbina
Motores de generación eléctrica	2-02-002-52 Gas Natural - Motor 'Lean-Burn' de 2 Ciclos
	2-02-002-54 Gas Natural - Motor 'Lean-Burn' de 2 Ciclos
	2-02-004-01 Diésel - Motor de Alto Calibre
	2-02-004-02 Doble Combustible (Petróleo/Gas) - Motor de Alto Calibre
	2-02-017-02 Gasolina - Motor Alternativo

Fuente: Elaboración propia.

La generación de energía se produce mediante combustión externa en: calderas industriales, grupos eléctricos y motores de generación eléctrica. Estos procesos de combustión son los que generan emisiones a la atmósfera y variarán según el tipo de combustible utilizado.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de generación de energía, para contaminantes locales (Tabla 2-22); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-23); contaminantes climáticos (Tabla 2-24); compuestos tóxicos (Tabla 2-25); dioxinas y furanos (Tabla 2-26); xileno y etileno (Tabla 2-27), y otros (Tabla 2-35).

TABLA 2-22. FE CONTAMINANTES LOCALES: GENERACIÓN DE ENERGÍA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	UNIDAD	COV	UNIDAD	NH ₃	UNIDAD	NOX	UNIDAD	SO ₂	UNIDAD
	1-02-001-01	Antracita-Quemado ^(a)	0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	8.1647	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-001-04		0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	4.0823	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton
Calderas	1-02-001-17	Antracita-Quemado ^(a)	0.1361	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	0.8165	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-01	Culmo de antracita-Quemado ^(b)	0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	14.0614	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-02		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	9.9790	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-03		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	14.9685	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-04		2.2680	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	4.9895	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-05		2.7216	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	3.4019	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-06	Carbón bituminoso-Quemado ^(c)	4.9895	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	4.3091	kg/ton	(3.1E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-12		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	6.8039	kg/ton	(3.8E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-13		N/A	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-002-17		8.1647	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	6.8946	kg/ton	(3.96E1*(Ca/S) ⁻ -1.9)*0.4535924	kg/ton
1-02-002-18		8.1647	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	2.2680	kg/ton	(3.96E1*(Ca/S) ⁻ -1.9)*0.4535924	kg/ton	
1-02-002-19		0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	6.8039	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-21		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	10.8862	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-22		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	5.4431	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-23		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	7.7111	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-24	Carbón subbituminoso-Quemado ^(d)	2.2680	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	3.9916	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-25		2.7216	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	3.4019	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-26		0.2268	kg/ton	N/A	kg/ton	0.2563	g/ton	3.8102	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
1-02-002-29		0.2722	kg/ton	0.0272	kg/ton	0.2563	g/ton	6.5317	kg/ton	(3.5E1*S)* 0.4535924	kg/ton	

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	UNIDAD	COV	UNIDAD	NH ₃	UNIDAD	NOX	UNIDAD	SO ₂	UNIDAD
	1-02-003-00		0.2722 ^(c)	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A		(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-01		0.2722 ^(c)	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A		(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-02		0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A		(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-03	Lignito-Quemado ^(e)	0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A		(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-04		2.7216	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	2.7216	kg/ton	(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-06		2.2680	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	N/A		(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-003-07		0.2722	kg/ton	0.0318	kg/ton	0.2563	g/ton	3.3112	kg/ton	(3E1*S)* 0.4535924	kg/ton
	1-02-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(g)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	5.6318	kg/m3	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-004-02	Petróleo residual-Quemado ^(h)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	6.5905	kg/m3	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-004-03	Petróleo residual-Quemado ^(h)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	6.5905	kg/m3	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-004-04	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(f)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	5.6318	kg/m3	(1.57E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-004-05	Petróleo residual-Quemado ^(h)	0.5991	kg/m3	0.0336	kg/m3	0.0959	kg/m3	6.5905	kg/m3	0.0057	kg/m3
	1-02-005-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ⁽ⁱ⁾	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	2.8758	kg/m3	(1.42E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-005-02	Petróleo destilado-Quemado ^(k)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	2.3965	kg/m3	(1.42E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-005-03	Petróleo destilado-Quemado ^(k)	0.5991	kg/m3	N/A	kg/m3	0.0959	kg/m3	2.3965	kg/m3	(1.42E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	UNIDAD	COV	UNIDAD	NH ₃	UNIDAD	NOX	UNIDAD	SO ₂	UNIDAD
	1-02-005-04	Petróleo destilado (No. 4)-Quemado ⁽ⁱ⁾	0.5991	kg/m3	N/A	0.0959	kg/m ³	5.6318	kg/m ³	(1.5E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m ³	
	1-02-006-01		1345.5509	mg/m3	88.1015	51.2591	mg/m ³	4485.1695	mg/m ³	9.6111	mg/m ³	
	1-02-006-02	Gas natural-Quemado ⁽ⁱ⁾	1345.5509	mg/m3	88.1015	51.2591	mg/m ³	N/A	N/A	9.6111	mg/m ³	
	1-02-006-03		1345.5509	mg/m3	88.1015	51.2591	mg/m ³	N/A	N/A	9.6111	mg/m ³	
	1-02-006-04		384.4431	mg/m3	88.1015	51.2591	mg/m ³	2723.1386	mg/m ³	9.6111	mg/m ³	
	1-02-007-01		560.6462	mg/m3	44.8517	N/A	mg/m ³	2242.5848	mg/m ³	(9.5E2*S)* 0.4535924/ 0.02831685	mg/m ³	
	1-02-007-04	Gas de refinería-Quemado ^(m)	219.4529	mg/m3	N/A	N/A	mg/m ³	368.4246	mg/m ³	(9.5E2*S)* 0.4535924/ 0.02831685	mg/m ³	
	1-02-007-07		294.7397	mg/m3	19.2222	N/A	mg/m ³	1281.4770	mg/m ³	(6.8E2*S)* 0.4535924/ 0.02831685	mg/m ³	
	1-02-007-10		N/A	mg/m3	44.8517	N/A	mg/m ³	N/A	N/A	N/A	kg/ton	
	1-02-008-02	Petróleo Coque-Quemado ⁽ⁿ⁾	0.2722	kg/ton	0.0318	N/A	kg/ton	6.3503	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
	1-02-008-04		0.2722	kg/ton	0.0318	N/A	kg/ton	6.3503	kg/ton	(3.9E1*S)* 0.4535924	kg/ton	
	1-02-009-01		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	0.0946	g/MJ	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-02		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	0.0946	g/MJ	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-03		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	0.0946	g/MJ	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-04	Calor-Entrada ^(o)	0.2580	g/MJ	N/A	N/A	mg/MJ	N/A	N/A	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-05		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	N/A	N/A	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-06		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	N/A	N/A	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-08		0.2580	g/MJ	7.3087	N/A	mg/MJ	0.0002	kg/MJ	10.7481	mg/MJ	
	1-02-009-11	Calor-Entrada ^(o)	6.1689	kg/ton	N/A	N/A	kg/ton	0.6804	kg/ton	10.7481	mg/MJ	
		Madera/Corteza-Quemado ^(p)	6.1689	kg/ton	N/A	N/A	kg/ton	0.6804	kg/ton	0.0340	kg/ton	
	1-02-009-12	Calor-Entrada ^(o)	0.6350	kg/ton	N/A	N/A	kg/ton	0.9072	kg/ton	10.7481	mg/MJ	
		Madera/Corteza-Quemado ^(p)	0.6350	kg/ton	N/A	N/A	kg/ton	0.9072	kg/ton	0.0340	kg/ton	

FUENTE	CCFS	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	UNIDAD	COV	UNIDAD	NH ₃	UNIDAD	NOX	UNIDAD	SO ₂	UNIDAD
	1-02-010-01	Butano-Quemado ^(a)	0.4314	kg/m3	N/A	N/A	N/A		2.5164	kg/m3	(9.000E-2*s)* 0.4535924/ 3.785412	g/m3
	1-02-010-02	Propano-Quemado ^(a)	0.3834	kg/m3	N/A	N/A	N/A		2.2767	kg/m3	(1.000E-1*s)* 0.4535924/ 3.785412	g/m3
	1-02-011-01	Bagazo-Quemado	10000 ^(c)	kg/TJ	N/A	N/A	N/A	0.5443 ^(d)		kg/ton	N/A	kg/ton
	1-02-012-01	Residuo solido-Quemado ^(a)	N/A	kg/ton	0.9072	N/A	N/A		2.6762	kg/ton	0.7257	kg/ton
	1-02-012-02	Combustible derivado-Quemado ^(a)	1.6329	kg/ton	N/A	N/A	N/A		2.2680	kg/ton	0.7711	kg/ton
	1-02-013-01	Residuo liquido-Quemado ^(a)	N/A	kg/m3	0.1198	N/A	N/A		2.7560	kg/m3	3.3551	kg/m3
	1-02-013-02	Petróleo residual-Quemado ^(b)	0.5991	kg/m3	N/A	N/A	N/A		2.2767	kg/m3	(1.47E2*s)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	1-02-014-01	Gas natural-Quemado ^(a)	560.6462	mg/m3	44.8517	N/A	N/A		N/A		9.6111	mg/m3
	3-90-006-89	Gas natural-Quemado ^(a)	N/A	mg/m3	88.1015	51.2591	mg/ m3		N/A		9.6111	mg/m3
	2-02-001-01	Combustible-Entrada ^(a)	1.4187	mg/MJ	0.1763	N/A	N/A		0.3783	g/MJ	(1.01E0*s)* 0.4535924/ 1055.056	g/MJ
	2-02-001-02	Diésel-Quemado ^(a)	15.5774	kg/m3	N/A	N/A	N/A		72.3752	kg/m3	4.7571	kg/m3
	2-02-002-01	Combustible-Entrada ^(a)	35.2537	mg/MJ	0.9028	N/A	N/A		0.0001	kg/MJ	(9.4E-1*s)* 0.4535924/ 1055.056	mg/MJ
	2-02-002-02	Gas natural-Quemado ^(a)	6391.3665	mg/m3	1858.1417	N/A	N/A		45492.4335	mg/m3	9.6111	mg/m3
	2-02-002-03	Combustible-Entrada ^(a)	0.0353	g/MJ	0.9028	N/A	N/A		0.1376	g/MJ	(9.4E-1*s)* 0.4535924/ 1055.056	mg/MJ
	2-02-003-01	Gasolina-Quemado ^(a)	946.6288	kg/m3	N/A	N/A	N/A		24.5644	kg/m3	1.2702	kg/m3
	2-02-005-01	Petróleo residual-Quemado ^(b)	15.5774	kg/m3	N/A	N/A	N/A		72.3752	kg/m3	(1.55E2*s)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	2-02-009-01	Combustible de jet-Quemado ^(b)	0.0014	g/MJ	N/A	N/A	N/A		0.3783	g/MJ	(1.01*s)* 0.4535924/ 1055.056	mg/MJ
	2-02-009-02	Combustible-Entrada ^(a)	0.4084	g/MJ	N/A	N/A	N/A		1.8960	g/MJ	0.1247	kg/MJ

Turbinas de Generación

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	UNIDAD	COV	UNIDAD	NH ₃	UNIDAD	NOX	UNIDAD	SO ₂	UNIDAD
Motores de generación eléctrica	2-04-004-02	Diésel/Kerosene-Quemado ^(b)	15.5774	kg/m3	N/A	N/A	N/A	kg/m3	72.3752	kg/m3	4.7571	kg/m3
	2-02-002-52	Combustible-Entrada ^(b)	0.1660	g/MJ	51.5907	mg/MJ	N/A	g/MJ	1.3629	g/MJ	0.2528	mg/MJ
	2-02-002-54	Combustible-Entrada ^(b)	0.2395	g/MJ	50.7309	mg/MJ	N/A	g/MJ	1.7541	g/MJ	0.2528	mg/MJ
	2-02-004-01	Diésel-Quemado ^(b)	13.8999	kg/m3	1.3780	kg/m3	N/A	kg/m3	52.4840	kg/m3	(1.38E2*S)* 0.4535924/ 3.785412	kg/m3
	2-02-004-02	Trabajo-Salida ^(aa)	0.0046	kg/kWh	0.8516	g/kWh	N/A	kg/kWh	0.0109	kg/kWh	(4.06E-4)* S1+9.57E-3*S2)* 0.4535924/745.7	mg/kWh

N/A: No Aplica

- a. Antracita: Section 1.2, Anthracite Coal Combustion
- b. Culmo de Antracita: Section 1.2, Anthracite Coal Combustion
- c. Carbón bituminoso: Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion
- d. Carbón subbituminoso: Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion
- e. Lignito: Section 1.7, Lignite Combustion
- f. Petróleo residual (No. 5): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
- g. Petróleo residual (No. 6): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
- h. Petróleo residual: Section 1.3, Fuel Oil Combustion, Section 1.1.1, Waste Oil Combustion (para CCF8 10201302)
- i. Petróleo destilado (No. 1 & 2): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
- j. Petróleo destilado (No. 4): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
- k. Petróleo Destilado: Section 1.3, Fuel Oil Combustion
- l. Gas natural: Section 1.4, Natural Gas Combustion
- m. Gas de refinería: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
- n. Petróleo Coque: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer. EPA-450/4-89-022. Appendix B.2, Generalized Particle Size Distributions
- o. Calor-Entrada: Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers
- p. Madera/Corteza: Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers
- q. Butano: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
- r. Propano: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
- s. Bagazo: Section 1.8, Bagasse Combustion in Sugar Mills
- t. Combustible derivado: This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003
- u. Diésel: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines, Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines
- v. Combustible-Entrada: Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation, Section 3.2, Natural Gas-fired Reciprocating Engines, Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines
- w. Gasolina: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines
- x. Diésel/Kerosene: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines, Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines
- y. Residuo sólido: This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003
- z. Residuo líquido: This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003
- aa. Trabajo - Salida: Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines
- bb. Combustible de Jet: Section 3.1, Stationary Gas Turbines
- cc. Homologación

S: Contenido de azufre en ppm de masa

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42, Volume 1: Stationary Point and Area Sources

TABLA 2-23. FE MATERIAL PARTICULADO: GENERACIÓN DE ENERGÍA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10	MP2.5	
Calderas	1-02-001-01	Antracita-Quemado ^(a)	kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.0E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-001-04		kg/ton	$(8E-1^*A)*0.4535924$	$((4.800E0)+(8E-2^*A))*0.4535924$	$((2.500E0)+(8E-2^*A))*0.4535924$	
	1-02-002-01	Carbón bituminoso-Quemado ^(b)	kg/ton	$(7E0^*A)*0.4535924$	$(2.6E0^*A)*0.4535924$	$(1.48E0^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-02		kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.0E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-03		kg/ton	$(2E0^*A)*0.4535924$	$(2.6E-1^*A)*0.4535924$	$(1.1E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-04		kg/ton	29.9371	5.9874	2.0865	
	1-02-002-05		kg/ton	7.2575	2.7216	0.9979	
	1-02-002-06		kg/ton	6.8039	2.8123	1.7237	
	1-02-002-12		kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.0E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-17		kg/ton	7.7111	5.6245	0.6169	
	1-02-002-18		kg/ton	7.7111	5.6245	0.6169	
	1-02-002-19		kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.000E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-21		kg/ton	$(7E0^*A)*0.4535924$	$(2.6E0^*A)*0.4535924$	$(1.480E0^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-22		kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.000E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-002-23		Carbón subbituminoso-Quemado ^(c)	kg/ton	$(2E0^*A)*0.4535924$	$(2.6E-1^*A)*0.4535924$	$(1.100E-1^*A)*0.4535924$
	1-02-002-24			kg/ton	29.9371	5.9874	2.0865
	1-02-002-25			kg/ton	7.2575	2.7216	0.9979
	1-02-002-26			kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.30E0^*A)*0.4535924$	$(6.00E-1^*A)*0.4535924$
	1-02-002-29			kg/ton	$(1E1^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.000E-1^*A)*0.4535924$
	1-02-003-03	Lignito-Quemado ^(d)		kg/ton	$(6.7E0^*A)*0.4535924$	$(8.7E-1^*A)*0.4535924$	$(4.690E-1^*A)*0.4535924$
	1-02-003-04		kg/ton	0.2903	$(1.07E0^*A)*0.4535924$	$(4.066E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-003-06		kg/ton	0.2903	$(1.600E0^*A)*0.4535924$	$(5.600E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-003-07		kg/ton	$(6.5E0^*A)*0.4535924$	$(2.3E0^*A)*0.4535924$	$(6.600E-1^*A)*0.4535924$	
	1-02-004-01	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	0.1797	NA	NA	
		Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(f)	kg/m3	$(9.34E0^*S+3.09E0)*0.4535924/3.785412$	$(8.03E0^*S+2.65E0)*0.4535924/3.785412$	$(5.23E0^*S+1.73E0)*0.4535924/3.785412$	
	1-02-004-02	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	0.1797	NA	NA	
		Petróleo residual-Quemado ^(g)	kg/m3	$(8.34E0^*A)*0.4535924/3.785412$	$(7.17E0^*A)*0.4535924/3.785412$	$(4.67E0^*A)*0.4535924/3.785412$	
	1-02-004-03	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	0.1797	NA	NA	
		Petróleo residual-Quemado ^(g)	kg/m3	$(8.34E0^*A)*0.4535924/3.785412$	$(7.17E0^*A)*0.4535924/3.785412$	$(4.67E0^*A)*0.4535924/3.785412$	
	1-02-004-04	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	1.1983	1.0305	0.6710	
	1-02-004-05	Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	0.1797	NA	NA	
		Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(f)	kg/m3	$(9.19E0^*S+3.22E0)*0.4535924/3.785412$	NA	NA	
		Petróleo residual-Quemado ^(g)	kg/m3	NA	0.3322	0.2161	
1-02-005-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(h)	kg/m3	0.2397	0.1198	0.0300		

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10	MP2.5
	1-02-005-02	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(h)	kg/m3	NA	0.1198	0.0300
		Petróleo destilado-Quemado ^(g)	kg/m3	0.2397	NA	NA
	1-02-005-03	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(h)	kg/m3	NA	0.1198	0.0300
		Petróleo destilado-Quemado ^(g)	kg/m3	0.2397	NA	NA
	1-02-005-04	Petróleo destilado (No. 4)-Quemado ⁽ⁱ⁾	kg/m3	0.8388	0.7190	0.4673
		Petróleo residual (No. 5)-Quemado ^(e)	kg/m3	0.1797	NA	NA
	1-02-006-01	Gas natural-Quemado ^(j)	mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-02-006-02		mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-02-006-03		mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-02-006-04		mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-02-007-01	Gas de refinería-Quemado ^(k)	mg/m3	48.0554	48.0554	48.0554
	1-02-007-04		mg/m3	46.4535	46.4535	46.4535
	1-02-007-07		mg/m3	99.3145	69.6803	51.5794
	1-02-007-10		mg/m3	91.3052	53.7804	48.6496
	1-02-008-02	Petróleo Coque-Quemado ^(l)	kg/ton	(7E0*A)*0.4535924	(5.5E0*A)*0.4535924	(3.150E0*A)*0.4535924
	1-02-008-04		kg/ton	(7E0*A)*0.4535924	(5.5E0*A)*0.4535924	(3.150E0*A)*0.4535924
	1-02-009-01	Calor-Entrada ^(m)	kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-02-009-02		kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-02-009-03		kg/MJ	0.0002	NA	0.0001
	1-02-009-04	Madera/Corteza-Quemado ⁽ⁿ⁾	kg/ton	21.3188	7.7111	4.5359
	1-02-009-05	Madera/Corteza-Quemado ⁽ⁿ⁾	kg/ton	3.2659	2.9484	2.4812
	1-02-009-06	Calor-Entrada ^(m)	kg/MJ	NA	NA	0.0001
		Madera-Quemado ^(j)	kg/ton	3.9916	NA	NA
	1-02-009-08	Calor-Entrada ^(m)	kg/MJ	0.0001	0.0002	0.0001
	1-02-010-01	Butano-Quemado ^(o)	kg/m3	0.0719	0.0719	0.0719
	1-02-010-02	Propano-Quemado ^(b)	kg/m3	0.0719	0.0719	0.0719
	1-02-011-01	Bagazo-Quemado ^(q)	kg/ton	7.0760	5.5792	3.1842
	1-02-012-02	Combustible derivado-Quemado ^(r)	kg/ton	36.2874	19.9581	14.5603
	1-02-013-02	Petróleo residual-Quemado ^(g)	kg/m3	(6.4E1*A)* 0.4535924/3.785412	(5.1E1*A)* 0.4535924/3.785412	(2.880E1*A)* 0.4535924/3.785412
	1-02-014-01	Gas natural-Quemado ^(j)	mg/m3	219.4529	219.4529	219.4529
3-90-006-89	Gas natural-Quemado ^(j)	mg/m3	48.0554	48.0554	30.4351	
Turbinas de Generación	2-02-001-02	Diésel-Quemado ^(s)	kg/m3	5.0926	5.0926	5.0926
	2-02-002-02	Gas natural-Quemado ^(j)	mg/m3	160.1846	160.1846	160.1846
	2-02-003-01	Gasolina-Quemado ^(u)	kg/m3	1.5098	1.5098	1.5098
	2-02-005-01	Petróleo residual-Quemado ^(g)	kg/m3	5.0926	5.0926	NA
	2-02-009-01	Combustible-Entrada ^(t)	mg/MJ	2.0636	1.9819	1.8573
	2-02-009-02	Combustible-Entrada ^(t)	kg/MJ	0.0001	0.0001	NA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10	MP2.5
Motores de generación eléctrica	2-04-004-02	-Quemado ^(v)	kg/m3	5.0926	5.0926	NA
		Diésel-Quemado ^(s)	kg/m3	NA	NA	5.0926
	2-02-002-52	Combustible-Entrada ^(t)	mg/MJ	4.2605	1.6509	1.6509
	2-02-002-54		mg/MJ	4.2605	0.0331	0.0331
	2-02-004-01	Diésel-Quemado ^(s)	kg/m3	1.6416	0.8148	0.7789
	2-02-004-02	Combustible-Entrada ^(t)	mg/MJ	26.6552	21.3242	20.5933

- a. Antracita: Section 1.2, Anthracite Coal Combustion
 - b. Carbón bituminoso: Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion
 - c. Carbón subbituminoso: Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion
 - d. Lignito: Section 1.7, Lignite Combustion
 - e. Petróleo residual (No. 5): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
 - f. Petróleo residual (No. 6): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
 - g. Petróleo residual: Section 1.3, Fuel Oil Combustion, Section 1.11, Waste Oil Combustion (para CCF8 10201302)
 - h. Petróleo destilado (No. 1 & 2): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
 - i. Petróleo destilado (No. 4): Section 1.3, Fuel Oil Combustion
 - j. Gas natural: Section 1.4, Natural Gas Combustion
 - k. Gas de refinería: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
 - l. Petróleo Coque: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer. EPA-450/4-89-022. Appendix B.2, Generalized Particle Size Distributions
 - m. Calor-Entrada: Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers
 - n. Madera/Corteza: Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers
 - o. Butano: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
 - p. Propano: Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion
 - q. Bagazo: Section 1.8, Bagasse Combustion in Sugar Mills
 - r. Combustible derivado: This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003
 - s. Diésel: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines, Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines
 - t. Combustible-Entrada: Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation, Section 3.2, Natural Gas-fired Reciprocating Engines, Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines
 - u. Gasolina: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines
 - v. Diésel/Kerosene: Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines, Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines
- NA: No aplica
 S: Contenido de azufre en ppm de masa
 A: Contenido de cenizas en %m/m
 Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
 Fuente: AP42, Volume 1: Stationary Point and Area Sources



TABLA 2-24. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: GENERACIÓN DE ENERGÍA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(A)	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Calderas	1-02-001-01	Antracita-Quemado	N/A	N/A	98.30 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-001-04	Antracita-Quemado	N/A	N/A	98.30 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-001-17	Antracita-Quemado	N/A	N/A	98.30 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-002-01	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A		
	1-02-002-02	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.01 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A		
	1-02-002-03	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-04	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-05	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-06	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-12	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A		
	1-02-002-13	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.06 kg/ton ^(l)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-17	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	1.59 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-18	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	1.59 kg/ton ^(g)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-19	Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.06 kg/ton ^(l)
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A		
	1-02-002-21	Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
	1-02-002-22	Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.01 kg/ton ^(g)
	1-02-002-23	Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
	1-02-002-24	Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(g)
	1-02-002-25	Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(g)
	1-02-002-26	Carbón subbituminoso-Quemado	0.07	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.04 kg/ton ^(g)
	1-02-002-29	Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	96.10 ton/TJ ^(e)	0.06 kg/ton ^(l)
	1-02-003-00	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-01	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-02	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-03	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-04	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-06	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-003-07	Lignito-Quemado	N/A	N/A	101.00 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado	1.08	N/A	77.40 ton/TJ ^(e)	0.06 kg/m ^{3(g)}
	Petróleo residual-Quemado					
	Petróleo-Quemado					
1-02-004-02	Petróleo residual-Quemado	1.08	0.12 kg/m ^{3 (b)}	77.40 ton/TJ ^(e)	N/A	

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(A)	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
	1-02-004-03	Petróleo residual-Quemado	1.08	0.12 kg/m ³ ^(b)	77.40 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-004-04	Petróleo residual-Quemado	1.08	N/A	77.40 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo-Quemado				
	1-02-004-05	Petróleo residual-Quemado	1.08	N/A	77.40 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-005-01	Diésel-Quemado	0.27	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	0.03 kg/m ³ ^(e)
		Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado				
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	1-02-005-02	Diésel-Quemado	0.27	0.01 kg/m ³ ^(b)	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo destilado-Quemado				
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	1-02-005-03	Diésel-Quemado	0.27	0.01 kg/m ³ ^(b)	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo destilado-Quemado				
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	1-02-005-04	Diésel-Quemado	0.27	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	1-02-006-01	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	35.24 Gg/m ³ ^(h)
	1-02-006-02	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	35.24 Gg/m ³ ^(h)
	1-02-006-03	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	35.24 Gg/m ³ ^(h)
	1-02-006-04	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	35.24 Gg/m ³ ^(h)
	1-02-007-01	Gas de refinería -Quemado	0.16	N/A	57.60 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas de refinería-Quemado				
	1-02-007-04	Gas de refinería -Quemado	N/A	N/A	57.60 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas de refinería-Quemado	0.16	N/A		
	1-02-007-07	Gas de refinería -Quemado	0.16	N/A	57.60 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas de refinería-Quemado				
	1-02-007-10	Gas de refinería -Quemado	0.16	N/A	57.60 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas de refinería-Quemado				
	1-02-007-99	Gas de refinería -Quemado	0.16	N/A	57.60 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas de refinería-Quemado				
	1-02-008-02	Carbón de coque-Quemado	N/A	N/A	94.60 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-008-04	Carbón de coque-Quemado	N/A	N/A	94.60 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-009-01	Biomasa-Quemado	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Calor-Entrada				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-02	Biomasa-Quemado	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Calor-Entrada				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-03	Calor-Entrada	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-04	Calor-Entrada	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(A)	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
	1-02-009-05	Calor-Entrada	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-06	Calor-Entrada	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-07	Biomasa-Quemado	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Calor-Entrada				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-08	Calor-Entrada	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	5.59 Gg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-11	Biomasa-Quemado	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	0.02 kg/ton ^(j)
		Madera/Corteza-Quemado				
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-009-12	Madera/Corteza-Quemado	4.39	N/A	112.00 ton/TJ ^(e)	0.09 kg/ton ^(j)
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-010-01	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	63.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo gas licuado-Quemado				
	1-02-010-02	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	63.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo gas licuado-Quemado				
	1-02-010-03	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	63.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo gas licuado-Quemado				
	1-02-011-01	Bagazo-Quemado	N/A	N/A	0.71 ton/ton ^(f)	N/A
		Madera/Residuos de madera-Quemado				
	1-02-012-01	Residuos municipales (no fracción biomasa)-Quemado	N/A	N/A	91.70 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-012-02	Residuos municipales (no fracción biomasa)-Quemado	N/A	N/A	91.70 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-013-02	Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	77.40 ton/TJ ^(e)	N/A
	1-02-014-01	Gas natural-Quemado	N/A	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
	3-90-006-89	Gas natural-Quemado	0.05	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	35.24 mg/m ^{3(k)}
Turbinas de Generación	2-02-001-01	Diésel-Quemado	0.65	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-001-02	Diésel-Quemado	16.93	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-001-08	Diésel-Quemado	0.65	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-001-09	Diésel-Quemado	0.65	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-002-01	Gas natural-Quemado	0.02	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-002-02	Gas natural-Quemado	0.05	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-002-03	Gas natural-Quemado	0.05	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-002-08	Gas natural-Quemado	0.05	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(a)	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Motores de generación eléctrica	2-02-002-09	Gas natural-Quemado	0.05	N/A	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-003-01	Gasolina motor-Quemado	N/A	N/A	69.30 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-005-01	Petróleo crudo-Quemado	1.08	N/A	73.30 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo residual-Quemado				
	2-02-009-01	Otro queroseno-Quemado	N/A	N/A	71.90 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-009-02	Otro queroseno-Quemado	N/A	N/A	71.90 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-02-017-01	Gasolina motor-Quemado	N/A	N/A	69.30 ton/TJ ^(e)	N/A
	2-04-004-02	Diésel-Quemado	16.93	N/A	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-002-52	Combustible-Entrada	0.05	0.62 g/MJ ^(c)	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas natural-Quemado				
	2-02-002-54	Combustible-Entrada	0.05	0.54 g/MJ ^(c)	56.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Gas natural-Quemado				
	2-02-004-01	Diésel-Quemado	16.93	0.13 kg/m3 ^(d)	74.10 ton/TJ ^(e)	N/A
		Petróleo Gas/Diésel-Quemado				
	2-02-004-02	Diésel-Quemado	16.93	N/A	N/A	N/A
		Gasolina motor-Quemado	N/A	N/A	69.30 ton/TJ ^(e)	N/A
Trabajo-Salida		N/A	2.41 g/kWh ^(l)	0.47 kg/kWh ^(d)	N/A	
2-02-017-02	Gasolina motor-Quemado	N/A	N/A	69.30 ton/TJ ^(e)	N/A	

(a): Fuente es EMEP/EEA

(b): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(c): Fuente es EPA. 2000. Section 3.2, Natural Gas-fired Reciprocating Engines.

(d): Fuente es EPA. October 1996. Section 3.4, Large Stationary Diésel and All Stationary Dual Fuel Engines.

(e): Fuente es IPCC 2006. Volume 2. Chapter 2 Energy Industries.

(f): Fuente es EPA. 1995. Section 1.8, Bagasse Combustion in Sugar Mills.

(g): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion.

(h): Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

(i): Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.

(j): Fuente es EPA. February, 1999. Section 1.6, Wood Waste Combustion In Boilers.

(k): Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

(l): Valor por homologación

N/A: No aplica

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: EMEP/EEA, AP42, IPCC-Energy



TABLA 2-25. FE COMPONENTES TÓXICOS: GENERACIÓN DE ENERGÍA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As	BENCENO	Hg	Pb	TOLUENO
Calderas	1-02-001-01	Antracita-Quemado ^(a)	N/A	N/A	0.15 g/ton	4.04 g/ton	N/A
	1-02-001-04		0.09 g/ton	N/A	0.15 g/ton	4.04 g/ton	N/A
	1-02-001-17		N/A	N/A	0.15 g/ton	4.04 g/ton	N/A
	1-02-002-01	Calor-Entrada ^(b)	0.23 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-02	Calor-Entrada ^(b)	0.29 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-03	Calor-Entrada ^(b)	0.05 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-04	Calor-Entrada ^(b)	0.17 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-05	Calor-Entrada ^(b)	0.34 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-06	Calor-Entrada ^(b)	0.29 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-12	Calor-Entrada ^(b)	0.29 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-13	Calor-Entrada	0.03 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ ^(b)	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-17	Calor-Entrada	0.14 mg/MJ ^(d)	N/A	N/A	0.22 mg/MJ ^(b)	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-18	Calor-Entrada	0.14 mg/MJ ^(d)	N/A	N/A	0.22 mg/MJ ^(b)	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-19	Calor-Entrada	0.14 mg/MJ ^(d)	N/A	N/A	0.22 mg/MJ ^(b)	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-21	Calor-Entrada ^(b)	0.23 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-22	Calor-Entrada ^(b)	0.29 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-23	Calor-Entrada ^(b)	0.05 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-24	Calor-Entrada ^(b)	0.17 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-25	Calor-Entrada ^(b)	0.34 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-26	Calor-Entrada ^(b)	0.29 mg/MJ	N/A	N/A	0.22 mg/MJ	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-002-29	Calor-Entrada	0.14 mg/MJ ^(d)	N/A	N/A	0.22 mg/MJ ^(b)	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As	BENCENO	Hg	Pb	TOLUENO
	1-02-003-00	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-01	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-02	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-03	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-04	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-06	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-003-07	Lignito-Quemado	N/A	N/A	0.15 g/ton	N/A	N/A
	1-02-004-01	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	0.02 g/ton	N/A	N/A
		Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(e)	N/A	0.13 g/m3	N/A	N/A	1.05 g/m3
	1-02-004-02	Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	0.12 g/ton	N/A	N/A
	1-02-004-03	Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	0.12 g/ton	N/A	N/A
	1-02-004-04	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	0.02 g/ton	N/A	N/A
	1-02-004-05	Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	0.12 g/ton	N/A	N/A
	1-02-005-01	Calor-Entrada ^(f)	1.72 µg/MJ	N/A	N/A	3.87 µg/MJ	N/A
		Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	1-02-005-04	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	0.02 g/ton	N/A	N/A
	1-02-006-01	Gas natural-Quemado ^(g)	3.20 mg/m3	33.64 µg/m3	0.22 µg/m3	8.01 mg/m3	0.05 mg/m3
	1-02-006-02	Gas natural-Quemado ^(g)	3.20 mg/m3	33.64 µg/m3	0.22 µg/m3	8.01 mg/m3	0.05 mg/m3
	1-02-006-03	Gas natural-Quemado ^(g)	3.20 mg/m3	33.64 µg/m3	0.22 µg/m3	8.01 mg/m3	0.05 mg/m3
	1-02-006-04	Gas natural-Quemado ^(g)	3.20 mg/m3	33.64 µg/m3	0.22 µg/m3	8.01 mg/m3	0.05 mg/m3
	1-02-007-01	Calor-Entrada	N/A	0.18 mg/MJ ^(h)	N/A	N/A	0.31 mg/MJ ^(h)
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	1-02-007-04	Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	1-02-007-99	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	1.86 µg/MJ	0.16 mg/MJ	0.04 µg/m3	2.86 µg/MJ	0.51 mg/MJ
	1-02-008-02	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	0.02 g/ton	N/A	N/A
	1-02-008-04	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	0.02 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-01	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-02	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-03	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-04	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	N/A	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	1.32 kg/ton ^(j)	N/A
	1-02-009-05	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-06	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-07	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-009-08	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As	BENCENO	Hg	Pb	TOLUENO
	1-02-009-12	Calor-Entrada ^(j)	0.01 mg/MJ	1.81 mg/MJ	N/A	0.02 mg/MJ	0.40 mg/MJ
		Madera/Corteza-Quemado	N/A	N/A	0.03 g/ton	N/A	N/A
	1-02-010-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	1-02-010-02	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	1-02-010-03	Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	1-02-012-01	Residuo Municipal-Quemado	N/A	N/A	5.00 g/ton	N/A	N/A
	1-02-012-02	Combustible derivado-Quemado	N/A	N/A	N/A	0.06 kg/ton ^(k)	N/A
		Residuo Municipal-Quemado	N/A	N/A	5.00 g/ton	N/A	N/A
	1-02-013-02	Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	N/A	0.26 kg/m3 ^(l)	N/A
	1-02-014-01	Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
3-90-006-89	Gas natural-Quemado ^(g)	3.20 mg/m3	33.64 µg/m3	0.22 µg/m3	8.01mg/m3	0.05 mg/m3	
Turbinas de Generación	2-02-001-01	Combustible-Entrada	4.73 µg/MJ	0.02 mg/MJ ^(m)	N/A	0.01mg/MJ ^(m)	N/A
		Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	2-02-001-02	Calor-Entrada	N/A	0.40 mg/MJ ⁽ⁿ⁾	N/A	N/A	0.18 mg/MJ ⁽ⁿ⁾
		Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	2-02-002-01	Combustible-Entrada ^(m)	N/A	0.01 mg/MJ	N/A	N/A	0.06 mg/MJ
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	2-02-002-02	Combustible-Entrada ⁽ⁿ⁾	N/A	0.09 mg/MJ	N/A	N/A	0.16 mg/MJ
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	2-02-002-03	Combustible-Entrada ^(m)	N/A	0.01 mg/MJ	N/A	N/A	0.06 mg/MJ
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
	2-02-003-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	2-02-009-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	2-02-009-02	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	2-02-017-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A
	Motores de generación eléctrica	2-02-002-52	Combustible-Entrada ^(m)	N/A	0.83 mg/MJ	N/A	N/A
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
2-02-002-54		Combustible-Entrada ^(m)	N/A	0.19 mg/MJ	N/A	N/A	0.18 mg/MJ
		Gas natural-Quemado	N/A	N/A	0.22 µg/m3	N/A	N/A
2-02-004-01		Calor-Entrada ^(o)	N/A	0.33 mg/MJ	N/A	N/A	0.12 mg/MJ
2-02-004-02		Calor-Entrada ^(p)	N/A	1.91 mg/MJ	N/A	N/A	2.25 mg/MJ
2-02-017-02	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00 mg/ton	N/A	N/A	

- (a) Fuente es Section 1.2, Anthracite Coal Combustion.
- (b) Fuente es Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion.
- (c) Fuente es Project Summary: Environmental Assessment of a Coal/Water Slurry Fired Industrial Boiler. EPA-600/S7-86/012.
- (d) Valor por homologación.
- (e) Fuente es AB 2588 Source Test Results for Oil-fired Industrial Boilers. September 24, 1991. (Confidential Report No. ERC-73).
- (f) Fuente es Section 1.3, Fuel Oil Combustion.
- (g) Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.
- (h) Fuente es The Almega Corporation. July 1990.
- (i) Fuente es Source Test Report, Landfill Boiler and Flare Systems. (Confidential Report No. ERC-3)
- (j) Fuente es Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.
- (k) Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.
- (l) Fuente es Section 1.11, Waste Oil Combustion.
- (m) Fuente es Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation.

- (n) Valor por homologación
 - (o) Fuente es Section 3.4, Large Stationary Diesel and All Stationary Dual Fuel Engines.
 - (p) Fuente es Acurex Corporation, Mountain View, California. June 28, 1991.
 - (q) Fuente es PNUMA-Hg
- N/A: No aplica
 Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
 Fuente: AP42, PNUMA-Hg

TABLA 2-26. FE DIOXINAS Y FURANOS: GENERACIÓN DE ENERGÍA [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F	
Calderas	1-02-001-01	Carbón-Quemado	10.00	
	1-02-001-04		10.00	
	1-02-001-17		10.00	
	1-02-002-01		10.00	
	1-02-002-02		10.00	
	1-02-002-03		10.00	
	1-02-002-04		10.00	
	1-02-002-05		10.00	
	1-02-002-06		10.00	
	1-02-002-12		10.00	
	1-02-002-13		10.00	
	1-02-002-17		10.00	
	1-02-002-18		10.00	
	1-02-002-19		10.00	
	1-02-002-21		10.00	
	1-02-002-22		10.00	
	1-02-002-23		10.00	
	1-02-002-24		10.00	
	1-02-002-25		10.00	
	1-02-002-26		10.00	
	1-02-002-29		10.00	
	1-02-003-00		10.00	
	1-02-003-01		10.00	
	1-02-003-02		10.00	
	1-02-003-03		10.00	
	1-02-003-04		10.00	
	1-02-003-06		10.00	
	1-02-003-07		10.00	
	1-02-004-01		Petróleo residual (No. 5)-Quemado	2.50
	1-02-004-02			2.50
	1-02-004-03			2.50
	1-02-004-04			2.50
	1-02-004-05			2.50
1-02-005-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	0.50		
1-02-005-02	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	0.50		
1-02-005-03	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	0.50		
1-02-005-04	Petróleo residual (No. 5)-Quemado	2.50		



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
	1-02-006-01		0.50
	1-02-006-02		0.50
	1-02-006-03	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	0.50
	1-02-006-04		0.50
	1-02-007-01		0.50
	1-02-007-04		0.50
	1-02-008-02	Petróleo-Producido	0.40
	1-02-008-04		0.40
	1-02-009-01		500.00
	1-02-009-02		500.00
	1-02-009-03		500.00
	1-02-009-04		500.00
	1-02-009-05	Madera/Corteza-Quemado	500.00
	1-02-009-06		500.00
	1-02-009-07		500.00
	1-02-009-08		50.00
	1-02-009-12		500.00
	1-02-010-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	0.50
	1-02-010-02		0.50
	1-02-011-01	Madera/Corteza-Quemado	50.00
	1-02-012-01	Residuo solido-Quemado	3500.00
	1-02-012-02		3500.00
Turbinas de Generación	2-02-002-01	Biogás-Quemado	0.0061
	2-02-002-02		0.0061

Fuente: PNUMA-PCD.

TABLA 2-27. FE XILENOS Y ETILENOS: GENERACIÓN DE ENERGÍA [mg/MJ]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	1,2-DIBROMURO DE ETILENO (A)	CLORURO DE ETILENO (b)	DIBROMURO DE ETILENO (b)	DICLORURO DE ETILENO	ISÓMEROS DEL XILENO	O-XILENO	PERCLORO-ETILENO	TRICLORO-ETILENO
Calderas	1-02-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado	N/A	N/A	N/A	N/A	898.6982 ^(d)	N/A	N/A	N/A
	1-02-007-99	Calor-Entrada	N/A	N/A	N/A	0.0050 ^(c)	0.0705 ^(c)	0.0285 ^(c)	0.1350 ^(c)	0.0494 ^(c)
	1-02-009-01	Calor-Entrada	0.0236	N/A	N/A	0.0125 ^(a)	N/A	0.0107 ^(a)	0.0163 ^(a)	0.0129 ^(a)
	1-02-009-02	Calor-Entrada	0.0236	N/A	N/A	0.0125 ^(a)	N/A	0.0107 ^(a)	0.0163 ^(a)	0.0129 ^(a)
	1-02-009-03	Calor-Entrada	0.0236	N/A	N/A	0.0125 ^(a)	N/A	0.0107 ^(a)	0.0163 ^(a)	0.0129 ^(a)
	1-02-009-08	Calor-Entrada	0.0236	N/A	N/A	0.0125 ^(a)	N/A	0.0107 ^(a)	0.0163 ^(a)	0.0129 ^(a)

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	1,2-DIBROMURO DE ETILENO ^(a)	CLORURO DE ETILENO ^(b)	DIBROMURO DE ETILENO ^(b)	DICLORURO DE ETILENO	ISÓMEROS DEL XILENO	O-XILENO	PERCLORO-ETILENO	TRICLORO-ETILENO
Turbinas de Generación	2-02-001-02	Calor-Entrada	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1225 ^(e)	N/A	N/A	N/A
	2-02-002-01	Combustible-Entrada	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0275 ^(f)	N/A	N/A	N/A
	2-02-002-03	Combustible-Entrada	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0275 ^(f)	N/A	N/A	N/A
Motores de generación eléctrica	2-02-002-52	Combustible-Entrada	N/A	N/A	0.0316	0.0181 ^(b)	0.1152 ^(b)	N/A	N/A	N/A
	2-02-002-54	Combustible-Entrada	N/A	0.0008	0.019	0.0101 ^(b)	0.0791 ^(b)	N/A	0.0011 ^(b)	N/A
	2-02-004-01	Calor-Entrada	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0830 ^(e)	N/A	N/A	N/A
	2-02-004-02	Calor-Entrada	N/A	N/A	N/A	N/A	0.5589 ^(g)	N/A	N/A	N/A

(a): Fuente: EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, North Carolina.

(b): Fuente: EPA. 2000. Section 3.2, Natural Gas-fired Reciprocating Engines. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency

(c): Fuente: Source Test Report, Landfill Boiler and Flare Systems. (Confidential Report No. ERC-3)

(d): Fuente: AB 2588 Source Test Results for Oil-fired Industrial Boilers. September 24, 1991. (Confidential Report No. ERC-73)

(e): Fuente: EPA. October 1996. Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, North Carolina.

(f): Fuente: EPA. 2000. Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency.

(g): Fuente: Acurex Corporation, Mountain View, California. June 28, 1991. In: AB-2588 Emission Inventory Report for the Fresno Metropolitan Wastewater Treatment Plant. Prepared for City of Fresno, California, Public Works Department, Wastewater Management Division. Fresno, California.

N/A: No Aplica

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42

TABLA 2-28. FE OTROS CONTAMINANTES: GENERACIÓN DE ENERGÍA [mg/MJ]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	ETILBENCENO
Calderas	1-02-009-01	Calor-Entrada	0.0133 ^(a)
	1-02-009-02	Calor-Entrada	0.0133 ^(a)
	1-02-009-03	Calor-Entrada	0.0133 ^(a)
	1-02-009-08	Calor-Entrada	0.0133 ^(a)
Turbinas de Generación	2-02-002-01	Combustible-Entrada	0.0138 ^(b)
	2-02-002-03	Combustible-Entrada	0.0138 ^(b)
Motores de generación eléctrica	2-02-002-52	Combustible-Entrada	0.0464 ^(c)
	2-02-002-54	Combustible-Entrada	0.0171 ^(c)

(a): Fuente: EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, North Carolina.

(b): Fuente: EPA. 2000. Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency.

(c): Fuente: EPA. 2000. Section 3.2, Natural Gas-fired Reciprocating Engines. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. U.S. Environmental Protection Agency.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42



La Tabla 2-29 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de generación de energía. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-29. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: GENERACIÓN DE ENERGÍA

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL POR CCF8	
Calderas	1-02-001-01	Filtro	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-02-001-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-001-17	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-01	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-02	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber venturi
		Quemador de bajo NOx	-
	1-02-002-03	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-04	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-05	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-06	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-12	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber venturi
		Quemador de bajo NOx	-
	1-02-002-13	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-17	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-18	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-19	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-21	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-22	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-23	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-24	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-25	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-26	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-002-29	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-003-00	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-003-01	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
1-02-003-02	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	
1-02-003-03	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	
1-02-003-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	
1-02-003-06	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL POR CCF8	
	1-02-003-07	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-004-01	Quemador de bajo NOx	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-02-004-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-005-01	Quemador de bajo NOx	Reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-005-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-006-01	Quemador de bajo NOx	Reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-006-02	Quemador de bajo NOx	Reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-006-03	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-006-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-008-04	Filtro	-
	1-02-009-01	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-009-02	Reducción catalítica selectiva	Scrubber húmedo
		Reducción selectiva no catalítica	-
	1-02-009-03	Filtro fabrica	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber húmedo
	1-02-009-07	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-009-08	Precipitador electrostático húmedo	Precipitador electrostático seco
	1-02-009-11	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-009-12	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-02-012-01	Filtro	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.3. Subsector Industria alimentaria y agropecuaria

En esta sección se presentan los factores de emisión para el rubro de procesamiento de granos.

2.2.3.1. Procesamiento de granos

A continuación, se presenta en la Tabla 2-30 un resumen del rubro de Procesamiento de granos, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-30. TABLA RESUMEN RUBRO: PROCESAMIENTO DE GRANOS

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria alimentaria y agropecuaria		
Rubro	Procesamiento de granos		
Fuente	CCF8	Detalle	
Manejo material	3-02-005-12	Elevadores terminales de alimentación y granos - Elevadores de campo: general	
	3-02-007-31	Molinos de granos - Trigo: recepción de granos	
	3-02-007-32	Molinos de granos - Trigo: limpieza previa/manipulación	
	3-02-007-34	Molinos de granos - Trigo: molino	
Secadores	3-02-005-27	Elevadores terminales de alimentación y granos- Secado de granos - Secador de columna	
	3-02-005-28	Elevadores terminales de alimentación y granos - Secado de granos - Secadora de rejilla	
	3-02-008-06	Fabricación de piensos - Enfriadores de pellets	
	3-02-040-01	Cereal - Secadora	

Fuente: Elaboración propia.

El rubro de procesamiento de granos genera emisiones de material particulado producto de la recepción, manipulación y molienda de granos. Los procesos que contribuyen a las tasas de emisión son la descarga de granos, limpieza por vibración, secado de granos y molienda de granos.

A continuación, en la Tabla 2-31 se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro procesamiento de granos para material particulado total, MP10 y MP2,5.

TABLA 2-31. FE MATERIAL PARTICULADO: PROCESAMIENTO DE GRANOS [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Manejo material	3-02-005-12	Grano-Recibido	4.6266 ^(a)	0.7484 ^(a)	N/A
	3-02-007-31		0.0816 ^(b)	0.0268 ^(b)	N/A
	3-02-007-32	Grano-Procesado ^(b)	0.0277	0.0154	N/A
	3-02-007-34		31.7515	15.8757	N/A
Secadores	3-02-005-27	Grano-Procesado ^(b)	0.0998	0.0249	0.0043
	3-02-005-28		1.3608	0.3402	0.0590
	3-02-008-06	Grano-Recibido ^(a)	N/A	0.0454	N/A
	3-02-040-01	Material-Secado	N/A	0.2994 ^(c)	N/A

(a): Fuente es PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer and AIRS Source Classification Codes with Documentation, Draft.

(b): Fuente es Section 9.9.1. Grain Elevators and Processes.

(c): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

2.2.4. Subsector Industria de madera y papel

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada los rubros de producción de celulosa y aserraderos y fabricación de madera elaborada.

2.2.4.1. Producción de celulosa

A continuación, se presenta en la Tabla 2-32 un resumen del rubro producción de celulosa, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-32. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE CELULOSA

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de madera y papel		
Rubro	Producción de celulosa		
Fuente	CCF8	Detalle	
Calcinador de lecho fluido	3-07-001-08	Pulpa de sulfato (Kraft) - Calcinador de lecho fluido	
Digestores	3-07-001-05	Pulpa de sulfato (Kraft) - Digestores	
Horno de Cal	3-07-001-06	Pulpa de sulfato (Kraft) - Horno de Cal	
Hornos de recuperación	3-07-001-04	Pulpa de sulfato (Kraft) - Horno de recuperación/ Evaporador de contacto directo	
	3-07-001-10	Pulpa de sulfato (Kraft) - Horno de recuperación/ Evaporador de contacto indirecto	
	3-07-001-99	Pulpa de sulfato (Kraft) - Otros no calificados	
Otros	3-07-010-53	Fabricación de tableros de fibra orientada (OSB) - Prensa de productos de madera reconstituida: resina de fenol formaldehído	
	3-07-016-12	Fabricación de madera laminada enchapada (LVL) - Prensa: resina de formaldehído de fenol	
	3-07-016-30	Manufactura I-Joist: I-Joist, cámara de curado	
	3-07-900-01	Equipo de combustible - Petróleo destilado (No. 2): Calentadores de proceso	

Fuente: Elaboración propia.

La producción de celulosa está asociada a industrias fabricantes de papel y de papel reciclado. Estas industrias generan emisiones por combustión en equipos como calderas, y emisiones en procesos propios de la industria, como digestores, hornos de recuperación y hornos de cal.

La producción de celulosa considera la extracción de esta desde la madera mediante la disolución de la lignina (CONAMA, 2009). El proceso comienza con madera, típicamente de pino o eucalipto, las cuales son transformadas en chips de madera y posteriormente disueltas químicamente mediante una solución acuosa de sulfato de sodio e hidróxido de sodio (CONAMA, 2009), de modo que se obtiene la celulosa química.

La digestión es realizada en sistemas continuos o Batch. Posterior a este proceso, la pulpa es separada del licor usada mediante el lavado. El licor residual, denominado licor negro, se quema en una caldera recuperadora para aprovechar su contenido energético (CONAMA, 2009).

También el proceso puede realizarse mediante procesos físicos en vez de la aplicación de químicos, obteniéndose la celulosa mecánica.



A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de celulosa, para contaminantes locales (Tabla 2-33); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-34); contaminantes climáticos (Tabla 2-35); compuestos tóxicos (Tabla 2-36), y para xileno y etileno (Tabla 2-37).

TABLA 2-33. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE CELULOSA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CO	COV	NOx	SO ₂
Calcinador de lecho fluido	3-07-001-08		kg/ton	N/A	0.1134	1.2701 ^(b)	0.1361
Digestores	3-07-001-05	Pulpa sin blanquear secada al aire-Producido ^(a)	kg/ton	N/A	0.0726	0.4536	0.0907
Horno de Cal	3-07-001-06		kg/ton	0.0454	0.1134	1.2701 ^(b)	0.1361
Hornos de recuperación	3-07-001-04		kg/ton	4.9895	0.8845	0.9072	3.1751
	3-07-001-10		kg/ton	4.9895	0.3629	0.8618 ^(c)	3.1751 ^(g)
Otros	3-07-010-53	Panel-Producido ^(d)	g/m2	0.4638	1.0253	0.2392	N/A
	3-07-016-12	Producto-Producido ^(e)	kg/m3	N/A	0.1666	N/A	N/A
	3-07-016-30		kg/km	N/A	0.0052	N/A	N/A
	3-07-900-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	N/A	0.0240	2.3965	(1.436E2*S)* 0.4535924/ 3.785412

(a): Fuente para CO, COV y SO₂, es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): El FE se transfiere de hornos de cal.

(c): Fuente National Council on Air and Stream Improvement for the Pulp and Paper Industry (NCASI).

(d): Fuente es Section 10.6.1. Waferboard/Oriented Strandboard Manufacturing.

(e): Fuente es Section 10.9 Engineered Wood Products Manufacturing.

(f): El FE se transfiere de procesos similares en equipos de combustible para productos minerales.

(g): Homologación.

N/A: No aplica.

S: Contenido de azufre en ppm de masa.

Fuente: AP42.

TABLA 2-34. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE CELULOSA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10	MP2.5 ^(a)
Calcinador de lecho fluido	3-07-001-08		kg/ton	22.8611	N/A	N/A
Digestores	3-07-001-05	Pulpa sin blanquear secada al aire-Producido	kg/ton	2.8123	2.3133	3.1751
Horno de Cal	3-07-001-06		kg/ton	4.2638	2.6762	25.4012
Hornos de recuperación	3-07-001-04		kg/ton	76.2035	68.0389	81.6466
	3-07-001-10		kg/ton	104.3263	81.6466	104.3263
Otros	3-07-010-53	Panel-Producido ^(b)	g/m2	0.4882	N/A	0.5859

(a): Fuente para MP2.5 es Cap. 10.2 Chemical Wood Pulping.

(b): Fuente es Section 10.6.1. Waferboard/Oriented Strandboard Manufacturing.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-35. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE CELULOSA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	BC
Hornos de recuperación	3-07-001-04	Pulpa-Producido	kg/ton	0.0156
Otros	3-07-900-01	Diésel-Quemado	g/GJ	0.2707

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: EMEP/EEA

TABLA 2-36. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE CELULOSA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [mg/ton]	BENCENO [g/ton]	Pb [g/ton]
Horno de Cal	3-07-001-06	Pulpa sin blanquear secada al aire-Producido	0.2123	N/A	0.0494
Otros	3-07-001-99	Pulpa sin blanquear secada al aire-Producido	N/A	0.0912	N/A

N/A: No aplica.

Fuente: ECOSERVE, Inc. Environmental Services. Pooled Air Toxics Source Test Program for Kraft Pulp Mills.

TABLA 2-37. FE XILENO/ETILENO: PRODUCCIÓN DE CELULOSA [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	DIBROMURO DE ETILENO	TRICLOROETILENO
Otros	3-07-001-99	Pulpa sin blanquear secada al aire-Producido	0.2010	0.0332

Fuente: ECOSERVE, Inc. Environmental Services. Pooled Air Toxics Source Test Program for Kraft Pulp Mills.

La Tabla 2-38 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de producción de celulosa. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-38. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: PRODUCCIÓN CELULOSA

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Digestores	3-07-001-05	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
		Scrubber húmedo
		Scrubber venturi
Horno de Cal	3-07-001-06	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
		Scrubber húmedo
Hornos de recuperación	3-07-001-04	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
		Scrubber húmedo
		Scrubber venturi
	3-07-001-10	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.4.2. Aserraderos y fabricación de madera elaborada

A continuación, se presenta en la Tabla 2-37 un resumen del rubro Aserraderos y fabricación de madera elaborada, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir *múltiples CCF8 para una misma fuente*).



TABLA 2-39. TABLA RESUMEN RUBRO: ASERRADEROS Y FABRICACIÓN DE MADERA ELABORADA

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de madera y papel		
Rubro	Aserraderos y fabricación de madera elaborada		
Fuente	CCF8	Detalle	
Secadores	3-07-004-01	Fabricación de papel y cartón - Máquina de papel / secador de pulpa	
	3-07-006-10	Fabricación de tableros de partículas - Secadora rotativa de leña directa, maderas duras	
	3-07-009-23	Fabricación de tableros de fibra de densidad media (MDF) - Refinador a presión / secador de tubos primarios: Leña directa: Mezcla de línea de soplado: Resina Urea Formaldehído: Madera blanda	
	3-07-010-15	Fabricación de tableros de fibra orientada (OSB) - Secadora rotativa: Leña directa: Mezcla Madera blanda/dura	
Otros	3-07-007-01	Operaciones de madera contrachapada - Otros no clasificados	

Fuente: Elaboración propia.

En la fabricación de madera elaborada se generan emisiones de material particulado en los procesos de corte y lijado, además de compuestos orgánicos volátiles en la etapa de secado de la madera. Las emisiones dependen del tipo de proceso de producción específico (MMA, 2017).

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de aserraderos y fabricación de madera elaborada, para contaminantes locales (Tabla 2-40); material particulado total y MP10 (Tabla 2-41); y contaminantes climáticos (Tabla 2-42).

TABLA 2-40. FE CONTAMINANTES LOCALES: ASERRADEROS Y FABRICACIÓN DE MADERA ELABORADA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NOx
Secadores	3-07-004-01	Producto terminado-Producido	N/A	0.0907 ^(a)	N/A
	3-07-006-10 ^(b)	Pulpa-Producido	2.5855	0.1089	0.4173
	3-07-009-23 ^(c)		1.8144	3.0391	N/A
	3-07-010-15 ^(d)		2.6762	1.9958	0.2313

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): Fuente es Section 10.6.2. Particleboard Manufacturing.

(c): Fuente es Section 10.6.3. Medium Density Fiberboard Manufacturing.

(d): Fuente es Section 10.6.1. Waferboard/Oriented Strandboard Manufacturing.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-41. FE MATERIAL PARTICULADO: ASERRADEROS Y FABRICACIÓN DE MADERA ELABORADA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Secadores	3-07-006-10 ^(a)	Pulpa-Producido	1.4969	N/A
	3-07-009-23 ^(b)		4.7174	0.7257
	3-07-010-15 ^(c)		2.1319	N/A

(a): Fuente es Section 10.6.2. Particleboard Manufacturing.

(b): Fuente es Section 10.6.3. Medium Density Fiberboard Manufacturing.

(c): Fuente es Section 10.6.1. Waferboard/Oriented Strandboard Manufacturing.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-42. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: ASERRADEROS Y FABRICACIÓN DE MADERA ELABORADA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC	CO ₂
Secadores	3-07-010-15	Pulpa-Producido	0.0156 ^(a)	N/A
Otros	3-07-007-01		N/A	303.9069 ^(b)

(a): Fuente es EMEP/EEA.

(b): Fuente es Section 10.6.1. Waferboard/Oriented Strandboard Manufacturing.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP/EEA y AP42.

2.2.5. Subsector Industria de productos minerales

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada los rubros del subsector industria de productos minerales.

2.2.5.1. Minería no metálica

A continuación, se presenta en la Tabla 2-41 un resumen del rubro de la industria de productos minerales, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-43. TABLA RESUMEN RUBRO: MINERÍA NO METÁLICA

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales	
Rubro	Minería no metálica	
Fuente	CCF8	Detalle
Carga	3-05-010-15	Carga de carbón (para carga de carbón limpia USE 30501016)
	3-05-010-23	Carga
	3-05-010-35	Voladura: sobrecarga de carbón
	3-05-010-37	Carga de camiones: sobrecarga
	3-05-010-38	Carga de camiones: carbón
	3-05-010-44	Carga del tren: carbón
Chancadores	3-05-010-10	Trituración
Descarga	3-05-010-08	Descarga
	3-05-010-40	Descarga de camiones: Descarga final - Carbón
	3-05-010-41	Descarga de camiones: Descarga de fondo - Carbón
	3-05-010-42	Descarga de camiones: Descarga de fondo - Sobrecarga
Harneo	3-05-010-47	Harneo
Lecho Fluidizado	3-05-010-01	Reactor de lecho fluidizado
	3-05-310-01	Lecho fluidizado
Secadores	3-05-010-02	Secador flash
	3-05-010-03	Secadora con rejilla múltiple
	3-05-900-01	Petróleo destilado (No. 2): Calentadores de proceso
Transporte	3-05-010-24	Acarreo
	3-05-010-39	Acarreo: Camiones de acarreo

Fuente: Elaboración propia.



Esta categoría corresponde a la fabricación productos mineros no metálicos no incluidos en las otras categorías. Las emisiones se pueden producir por el procesamiento del material.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de minería no metálica, para contaminantes locales (Tabla 2-44); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-45); contaminantes climáticos (Tabla 2-46).

TABLA 2-44. FE CONTAMINANTES LOCALES: MINERÍA NO METÁLICA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	COV	NOx	SO ₂
Lecho Fluidizado	3-05-010-01	Carbón húmedo-Secado ^(a)	kg/ton	0.0445	0.0726	0.6350
	3-05-310-01		g/ton	44.4521	72.5748	635.0294
Secadores	3-05-010-02	Carbón-Secado ^(b)	kg/ton	N/A	N/A	0.2359
	3-05-900-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	0.0240	2.3965	(1.436E2*S)* 0.4535924/ 3.785412

(a): Fuente Section 11.10, Coal Cleaning.

(b): Fuente Section 8.9, Coal Cleaning.

N/A: No aplica.

S: Contenido de azufre en ppm de masa.

Fuente: AP42.

TABLA 2-45. FE MATERIAL PARTICULADO: MINERÍA NO METÁLICA

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10	MP2.5
Carga	3-05-010-15	Carbón-Cargado	kg/ton	N/A	$(7.5E-1*(1.19E-1/M^0.9))*0.4535924$ ^(e)	$(1.9E-2*(1.16E0/M^1.2))*0.4535924$ ^(e)
	3-05-010-23	Carbón-Minado	kg/ton ^(a)	N/A	0.0227	N/A
	3-05-010-35	Explosión-Ocurrido	kg/Unidad	N/A	$(5.2E-1*(1.4E-5*A^1.5))*0.4535924$ ^(e)	$(3E-2*(1.4E-5*A^1.5))*0.4535924$ ^(e)
	3-05-010-37	Sobrecargar-Cargado	kg/ton ^(a)	N/A	0.0068	N/A
	3-05-010-38	Carbón-Cargado	kg/ton	0.0181 ^(a)	0.0023	N/A
	3-05-010-44		kg/ton	N/A	0.0027	N/A
Chancadores	3-05-010-10	Carbón-Enviado	kg/ton	0.0091 ^(a)	0.0027 ^(f)	N/A
	3-05-010-08		kg/ton	0.0091 ^(a)	0.0027 ^(f)	N/A
Descarga	3-05-010-40	Carbón-Procesado	kg/ton	0.0032 ^(b)	0.0005	N/A
	3-05-010-41		kg/ton	0.0299 ^(a)	0.0045	N/A
	3-05-010-42	Sobrecargar-Procesado	kg/ton	0.0009 ^(b)	0.0005 ^(a)	N/A
Harneo	3-05-010-47	Calificador-Viajado	kg/km	1.5135 ^(a)	$(6E-1*5.1E-2*SP^2.0)*0.4535924/1.60934$ ^(e)	$(3.1E-2*4E-2*SP^2.5)*0.4535924/1.60934$ ^(e)
Lecho Fluidizado	3-05-010-01	Carbón húmedo-Secado	kg/ton	11.7934 ^(c)	N/A	1.7237 ^(c)
	3-05-310-01		kg/ton	11.7934 ^(c)	N/A	N/A
Secadores	3-05-010-02	Carbón-Secado	kg/ton	7.2575 ^(d)	N/A	N/A
	3-05-010-03	Carbón húmedo-Secado	kg/ton	1.6783 ^(c)	N/A	N/A
Transporte	3-05-010-24	Vehículo-Viajado	kg/km	N/A	0.5919	N/A
	3-05-010-39		kg/km	4.8478 ^(a)	0.5919	N/A

(a): Fuente AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, 1990, EPA 450/4-90-003.

(b): Fuente EPA. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fourth Edition, AP-42.

(c): Fuente EPA. Nov 1995. Section 11.10, Coal Cleaning.

(d): Fuente EPA. April 1973. Section 8.9, Coal Cleaning.

(e): Fuente EPA. October, 1998. Section 11.9, Western Surface Coal Mining.

(f): Fuente EPA. Appendix C.1, Particle Size Distribution Data and Sized Emission Factors for Selected Sources.

N/A: No aplica.

M: Contenido de humedad, %.

SP: Velocidad espacio media (mph)

Fuente: AP42.

TABLA 2-46. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: MINERÍA NO METÁLICA [g/GJ]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC
Secadores	3-05-900-01	Diésel-Quemado	0.2707

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
Fuente: EMEP/EEA.

2.2.5.2. Producción de cal

A continuación, se presenta en la Tabla 2-47 un resumen del rubro de producción de cal, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-47. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE CAL

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales	
Rubro	Producción de cal	
Fuente	CCF8	Detalle
Hidratador atmosférico	3-05-016-09	Hidratador atmosférico
Hornos rotarios	3-05-016-04	Calcinación: horno rotativo ** (Ver códigos SCC 3-05-016-18, -19, -20, -21)
	3-05-016-05	Calcinación: Horno Calcimático a Gas
	3-05-016-06	Horno de lecho fluidizado
	3-05-016-18	Calcinación: horno rotativo de carbón
	3-05-016-19	Calcinación: horno rotativo a gas
	3-05-016-21	Calcinación: horno rotativo de carbón y coque
	3-05-016-22	Calcinación: horno precalentador rotativo de carbón
	3-05-041-41	Calcinación, horno de chimenea múltiple
	3-05-041-42	Calcinación, calcinación instantánea
	3-05-043-40	Calcinación, calcinadora rotativa
Manejo material	3-05-016-07	Transferencia y transmisión de materia prima
	3-05-016-08	Descarga de materia prima
	3-05-016-10	Pilas de almacenamiento de materias primas
	3-05-016-13	Silos de cal
	3-05-016-14	Embalaje / envío
	3-05-016-15	Transferencia y transmisión de producto
	3-05-016-16	Cribado primario
	3-05-016-26	Carga de producto, camión cerrado
	3-05-016-27	Carga de producto, camión abierto
	3-05-016-28	Pulverizado
	3-05-016-31	Trituración y pulverización después de la calcinación
	3-05-016-32	Molienda
	3-05-016-33	Separador después del hidratador
	3-05-016-60	Tratamiento de residuos



SECTOR	INDUSTRIA	
Molinos	3-05-016-01	Trituración primaria
	3-05-016-02	Trituración/Cribado Secundario
	3-05-016-11	Enfriador de producto
Secadores	3-05-041-32	Secador de delantal
	3-05-043-30	Secador de delantal
	3-05-044-30	Secador de delantal

Fuente: Elaboración propia.

La producción de cal se realiza en las siguientes etapas:

- Extracción de las materias primas
- Trituración y cribado
- Calcinación de las materias primas para producir cal
- Hidratación de la cal para la obtención de hidróxido de calcio (si se requiere)

La etapa principal de la fabricación es la calcinación, en la cual se genera el óxido de calcio (CaO o cal viva) al calentar la piedra caliza de gran pureza (mineral con al menos 50% carbonato de calcio, CaCO₃) (CONAMA, 2009) para descomponer los carbonatos. Este proceso se realiza por lo general en hornos rotatorios a altas temperaturas y en el proceso se libera dióxido de carbono (CO₂) (IPCC, 2006b). La reacción es la siguiente:

Ecuación 2. Reacción de formación de cal viva



Además, se puede formar cal a partir de mineral con cal dolomítica (mineral con 30-45% de carbonato de magnesio (CONAMA, 2009). La reacción se presenta a continuación:



La cal calcinada es procesada para tener cierto tamaño de partículas y calidad, según el mercado final en el que se desea utilizar. Con este fin, la cal puede someterse a procesos como el tamizado, molienda y pulverización. Además, la cal viva puede reaccionar (apagar) con agua para obtener cal hidratada (CaOH₂).

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de producción de cal, para contaminantes locales (Tabla 2-48); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-49); contaminantes climáticos (Tabla 2-50); y dioxinas y furanos (Tabla 2-51).

TABLA 2-48. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE CAL [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	NOx	SO ₂
Hornos rotarios	3-05-016-04	Cal-Producido	0.9072 ^(a)	1.2701 ^(a)	3.0436 ^(b)
	3-05-016-05		N/A	0.0680 ^(c)	3.0436 ^(d)
	3-05-016-18	Cal-Manufacturado ^(c)	0.6804	1.4061	2.4494
	3-05-016-19		0.9979	1.5876	2.4494 ^(d)

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): NAPAP Emission Factor Summary Document.

(c): Fuente es Section 11.17 Lime Manufacturing.

(d): Homologación.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-49. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE CAL [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Hornos rotarios	3-05-016-04	Cal-Producido ^(a)	158.7573	19.0509	N/A
	3-05-016-05	Cal-Producido ^(b)	43.9985	N/A	N/A
	3-05-016-18	Cal-Manufacturado ^(b)	158.7573	19.0509	2.2226
	3-05-041-41	Arcilla-Producido ^(c)	15.4221	7.2575	3.5380
	3-05-041-42	Arcilla-Producido ^(c)	498.9516	254.0117	127.0059
	3-05-043-40	Arcilla-Procesado ^(c)	54.4311	6.3503	3.7648
Manejo material	3-05-016-07	Caliza-Procesado ^(a)	N/A	0.0816	N/A
	3-05-016-08	Caliza-Procesado ^(a)	N/A	0.0454	N/A
	3-05-016-10	Caliza-Procesado ^(d)	N/A	0.6350	N/A
	3-05-016-15	Producto-Cargado ^(b)	0.9979	N/A	N/A
	3-05-016-26	Cal-Procesado ^(b)	0.2767	N/A	N/A
	3-05-016-27	Cal-Procesado ^(b)	0.6804	N/A	N/A
Molinos	3-05-016-01	Caliza-Procesado ^(b)	0.0077	N/A	N/A
	3-05-016-02	Caliza-Procesado ^(b)	0.2812	N/A	N/A
Secadores	3-05-016-11	Cal-Producido ^(b)	3.0844	N/A	N/A
	3-05-041-32	Arcilla-Producido ^(c)	0.5443	N/A	N/A
	3-05-043-30	Arcilla-Procesado ^(c)	29.4835	7.2575	0.7257
	3-05-044-30	Arcilla-Producido ^(c)	131.5418	9.0718	0.9072

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): Fuente es Section 11.17, Lime Manufacturing.

(c): Fuente es Section 11.25, Clay Processing.

(d): Fuente es PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer and AIRS Source Classification Codes. with Documentation, Draft.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.



TABLA 2-50. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE CAL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CO2 [kg/ton] ^(b)	
Hidratador atmosférico	3-05-016-09	Cal-Procesado	N/A	750.00	
	3-05-016-04		N/A	750.00	
	3-05-016-05		N/A	750.00	
Hornos rotarios	3-05-016-06		N/A	1,224.70 (*)	
	3-05-016-18		N/A	750.00	
	3-05-016-19		N/A	750.00	
	3-05-016-21		3.22	750.00	
	3-05-016-22		N/A	750.00	
	Manejo material		3-05-016-07	N/A	750.00
			3-05-016-08	N/A	750.00
3-05-016-10			N/A	750.00	
3-05-016-13			N/A	750.00	
3-05-016-14			N/A	750.00	
3-05-016-15			N/A	750.00	
3-05-016-16			N/A	750.00	
3-05-016-26			N/A	750.00	
3-05-016-27			N/A	750.00	
3-05-016-28			N/A	750.00	
3-05-016-31			N/A	750.00	
3-05-016-32			N/A	750.00	
3-05-016-33			N/A	750.00	
3-05-016-60	N/A		750.00		
Molinos	3-05-016-01		3.22	750.00	
	3-05-016-02		N/A	750.00	
Secadores	3-05-016-11		N/A	750.00	

(a): Fuente EMEP/EEA.

(b): Fuente es IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use, excepto en (*), donde la fuente es EPA 1998 Section 11.17, Lime Manufacturing.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP/EEA, IPCC-IPPU, AP42.

TABLA 2-51. FE DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE CAL [$\mu\text{g TEQ/ton}$]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Hidratador atmosférico	3-05-016-09	Cal-Producido	10.00
Hornos rotarios	3-05-016-04		10.00
	3-05-016-18		10.00
Molinos	3-05-016-01		10.00
	3-05-016-02		10.00
Secadores	3-05-016-11		10.00

Fuente: PNUMA-PCD.

La Tabla 2-52 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de producción de cal. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-52. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: PRODUCCIÓN DE CAL

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Hidratador atmosférico	3-05-016-09	Scrubber húmedo
Hornos rotarios	3-05-016-04	Filtro fabrica
		Precipitador electroestático húmedo
	Precipitador electroestático seco	
	3-05-016-18	Filtro fabrica
		Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
	3-05-041-41	Scrubber húmedo
3-05-041-42	Filtro fabrica	
3-05-043-40	Scrubber húmedo	
Molinos	3-05-016-01	Filtro fabrica
Secadores	3-05-043-30	Scrubber húmedo
	3-05-044-30	Filtro fabrica
		Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.4.3. Producción de cerámica

A continuación, se presenta en la Tabla 2-53 un resumen del rubro de producción de cerámica, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-53. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales		
Rubro	Producción de cerámica		
Fuente	CCF8	Detalle	
Enfriamiento	3-05-008-58	Enfriador - Cerámica de enfriamiento después de la cocción	
Esmaltado	3-05-008-45	Cabinas de aerosol de cerámica esmaltada	
Hornos rotatorios	3-05-008-50	Cocción - Horno a gas natural	
	3-05-008-56	Recocción: horno de gas natural	
Molinos	3-05-008-02	Conminución - Trituración, molienda y fresado	
	3-05-008-01	Secado ** (use SCC 3-05-008-13)	
Secadores	3-05-008-10	Secador por aspersión: gas natural	
	3-05-008-13	Secado - Secado por convección antes de la cocción	

Fuente: Elaboración propia.

En la producción de cerámica se generan emisiones de material particulado en el secado y triturado del material, además de las emisiones producto de la combustión en hornos rotatorios.

Las cerámicas se consideran como un producto inorgánico y no metálico que se produce mediante un proceso térmico a alta temperatura, y cuya composición general es de óxidos, nitratos, silicatos, fosfatos y boratos. Por su parte, la cerámica tradicional se genera a partir de arcilla no refinada y una mezcla de productos minerales previamente pulverizados con contenidos superiores a 20% de arcilla, tales como feldespatos y cuarzo.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de cerámica, para contaminantes locales (Tabla 2-54); material particulado total y MP10 (Tabla 2-55); contaminantes climáticos (Tabla 2-56); compuestos tóxicos (Tabla 2-57), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-58).

TABLA 2-54. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NO _x	SO ₂
Hornos rotatorios	3-05-008-50	Producto-Producido	1.4969	0.1950	0.2449	(4.4E1*S)*0.4535924

S: Contenido de azufre en ppm de masa.

Fuente: AP42, EPA. October, 1996. Section 11.7, Ceramic Clay Manufacturing.

TABLA 2-55. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Enfriamiento	3-05-008-58	Producto-Producido ^(a)	0.0499	N/A
Esmaltado	3-05-008-45	Vidriado-Usada ^(a)	8.6183	N/A
Hornos rotatorios	3-05-008-50	Producto-Producido ^(a)	0.2223	N/A
	3-05-008-56		0.0304	N/A
Molinos	3-05-008-02	Material-Procesado ^(b)	34.4730	29.3021

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Secadores	3-05-008-01	Material-Alimentado ^(c)	31.7515	16.1932
	3-05-008-13	Cerámica cocida-Producido ^(d)	1.0433	N/A

(a): Fuente es EPA. October, 1996. Section 11.7, Ceramic Clay Manufacturing.
 (b): Fuente es Allen, G. L. et. al. Control of Metallurgical and Mineral Dusts and Fumes in Los Angeles County.
 (c): Fuente es EPA. 1971. Ceramic Clay Manufacturing.
 (d): Fuente es EPA. October, 1996. Section 11.7, Ceramic Clay Manufacturing.
 N/A: No aplica.
 Fuente: AP42.

TABLA 2-56. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA [ton/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO2
Hornos rotatorios	3-05-008-50	Cerámica-Producido	0.4397
	3-05-008-56		0.4397

Fuente: IPCC 2006 Volume 3 IPPU.

TABLA 2-57. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Pb
Esmaltado	3-05-008-45	Vidriado-Usada	1.3608

Fuente: AP42, EPA. October, 1996. Section 11.7, Ceramic Clay Manufacturing.

TABLA 2-58. FE DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Enfriamiento	3-05-008-58	Cerámica cocida-Producido	0.20
Esmaltado	3-05-008-45		0.20
	3-05-008-50		0.20
Hornos rotatorios	3-05-008-56		0.20
	3-05-008-02		0.20
Molinos	3-05-008-01		0.20
	3-05-008-10		0.20
	3-05-008-13		0.20

Fuente: PNUMA-PCD

La Tabla 2-59 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de producción de cerámica. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-59. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: PRODUCCIÓN DE CERÁMICA

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Esmaltado	3-05-008-45	Scrubber húmedo
Molinos	3-05-008-02	Filtro fabrica

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.



2.2.4.4. Producción de vidrio

A continuación, se presenta en la Tabla 2-60 un resumen del rubro de producción de vidrio, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-60. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE VIDRIO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales		
Rubro	Producción de vidrio		
Fuente	CCF8	Detalle	
General	3-05-012-04	Formación: hilado rotativo (fibra tipo lana)	
	3-05-012-08	Formación: atenuación de la llama (fibra tipo lana)	
	3-05-012-09	Curado: atenuación de llama (fibra tipo lana)	
	3-05-012-14	Proceso de conformado (fibra de tipo textil)	
	3-05-012-99	Otros no clasificados	
Horno de Culletts	3-05-014-14	Horno de Culletts	
Horno de curado	3-05-012-05	Horno de curado: hilado rotativo (fibra tipo lana)	
	3-05-012-15	Horno de curado (fibra de tipo textil)	
Horno eléctrico	3-05-012-03	Horno eléctrico (fibra tipo lana)	
	3-05-012-01	Horno Regenerativo (Fibra tipo lana)	
Horno regenerativo	3-05-012-02	Horno de recuperación (fibra tipo lana)	
	3-05-012-11	Horno Regenerativo (Fibra Textil)	
	3-05-012-12	Horno de recuperación (fibra de tipo textil)	
Hornos de fusión	3-05-012-07	Unidad de horno de fusión (fibra tipo lana)	
	3-05-012-13	Unidad de horno de fusión (fibra de tipo textil)	
	3-05-014-01	Horno / General	
	3-05-014-02	Contenedor de vidrio: horno de fusión	
	3-05-014-03	Vidrio plano: horno de fusión	
Materia prima	3-05-014-04	Vidrio prensado y soplado: horno de fusión	
	3-05-012-21	Materia prima: descarga / transporte	
	3-05-012-22	Materia prima: contenedores de almacenamiento	
Secadores	3-05-012-23	Materia prima: mezcla / pesaje	
	3-05-012-06	Enfriamiento (fibra tipo lana)	
	3-05-014-06	Contenedor de vidrio: formado / acabado	
	3-05-014-08	Vidrio prensado y soplado: formado / acabado	

Fuente: Elaboración propia.

En la producción de vidrio se generan emisiones por combustión principalmente en hornos de los siguientes tipos: de cullets, de fusión, de curado, regenerativos y eléctricos. Además de la combustión en secadores.

La producción de vidrio se realiza en las siguientes etapas:

- Fusión
- Afinado y homogenización
- Reposo y acondicionamiento térmico
- Conformado
- Enfriamiento y recocado

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de vidrio, para contaminantes locales (Tabla 2-61); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-62); contaminantes climáticos (Tabla 2-63); y para dioxinas y furanos (Tabla 2-64).

TABLA 2-61. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE VIDRIO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NOx	SO ₂
General	3-05-012-08	Material-Procesado ^(a)	N/A	0.1361	N/A	N/A
	3-05-012-09		1.5876	3.1751	0.9072	N/A
Horno de Cullets	3-05-014-14	Vidrio moldeado-Producido ^(b)	N/A	0.1361	3.8555	2.5401
Horno de curado	3-05-012-15		0.6804	N/A	1.1793	1.3608 ^(c)
Horno eléctrico	3-05-012-03		0.0227	0.0907	0.1225	0.0181
	3-05-012-01	Material-Procesado ^(a)	0.1134	0.0907	2.2680	4.5359
	3-05-012-02		0.1134	0.0907	0.7711	4.5359
	3-05-012-11		0.4536	0.0907	9.0718	13.6078
3-05-012-12	0.2268		0.0907	9.0718	1.3608	
Hornos de fusión	3-05-012-07	Material-Procesado ^(a)	0.1134	N/A	0.1361	0.2722
	3-05-012-13		0.4082	N/A	9.0718	0.2722 ^(c)
	3-05-014-01 ^(c)	Vidrio-Producido	0.0720	N/A	3.4012	1.3608 ^(c)
	3-05-014-02 ^(b)		0.0907	0.0907	2.8123	1.5422
	3-05-014-03 ^(b)		0.0454	0.0454	3.6287	1.3608
	3-05-014-04 ^(b)		0.0907	0.1361	3.8555	2.5401
Secadores	3-05-014-06 ^(b)		N/A	3.9463	N/A	N/A
	3-05-014-08 ^(b)		N/A	4.0823	N/A	N/A

(a): Fuente es EPA. 1995. Section 11.13, Glass Fiber Manufacturing.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(c): Valores por homologación.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-62. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE VIDRIO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
General	3-05-012-04	Fibra-Producido ^(a)	25.1290	24.4940	N/A
	3-05-012-08		0.9072	0.8618	N/A
	3-05-012-09		2.7216	2.7216 ^(b)	N/A
	3-05-012-14		0.4536	0.2268	N/A
Horno de curado	3-05-012-05		N/A	4.0823 ^(b)	N/A
	3-05-012-15		0.5443 ^(a)	0.5443 ^(b)	N/A
Horno eléctrico	3-05-012-03		0.2268 ^(a)	0.2177	N/A
	3-05-012-01	Material-Procesado	12.4738 ^(a)	9.4801	N/A
	3-05-012-02		9.9790 ^(a)	11.8388	N/A
3-05-012-11	7.2575 ^(a)		6.8039 ^(b)	N/A	
Hornos de fusión	3-05-012-12		0.9072 ^(a)	0.8618	N/A
	3-05-012-07		4.0823 ^(a)	3.9009 ^(b)	N/A
	3-05-012-13		2.7216 ^(a)	2.5855 ^(b)	N/A
	3-05-014-01	Vidrio-Producido ^(b)	0.9072	N/A	N/A
	3-05-014-02		0.6350	0.5987 ^(b)	0.5897 ^(a)
	3-05-014-03		0.9072	0.8618 ^(b)	0.8165 ^(a)
3-05-014-04	7.8925		7.4843 ^(b)	7.2575 ^(a)	



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Materia prima	3-05-012-21		1.3608 ^(a)	0.6804 ^(b)	N/A
	3-05-012-22	Materia prima-Procesado	0.0907 ^(a)	0.0454 ^(b)	N/A
	3-05-012-23		0.2722 ^(a)	0.1361 ^(b)	N/A
Secadores	3-05-012-06	Material-Procesado	N/A	0.5897 ^(b)	N/A

(a): Fuente es EPA. 1995. Section 11.13, Glass Fiber Manufacturing.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-63. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE VIDRIO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CO ₂ [kg/kg] ^(a)
General	3-05-012-04	Vidrio-Producido	N/A	0.1900
	3-05-012-08		N/A	0.1900
	3-05-012-09		N/A	0.1900
	3-05-012-14		N/A	0.1900
	3-05-012-99		N/A	0.1900
Horno de Culletts	3-05-014-14		N/A	0.2100
Horno de curado	3-05-012-05		N/A	0.1900
	3-05-012-15		N/A	0.1900
Horno eléctrico	3-05-012-03		N/A	0.1900
Horno regenerativo	3-05-012-01		N/A	0.1900
	3-05-012-02		N/A	0.1900
	3-05-012-11		N/A	0.1900
Hornos de fusión	3-05-012-12		N/A	0.1900
	3-05-012-07		N/A	0.1900
	3-05-012-13		N/A	0.1900
	3-05-014-01		0.1488	0.2100
	3-05-014-02		N/A	0.2100
	3-05-014-03		N/A	0.2100
	3-05-014-04		N/A	0.1000
Materia prima	3-05-012-21		N/A	0.1900
	3-05-012-22	N/A	0.1900	
	3-05-012-23	N/A	0.1900	
Secadores	3-05-012-06	N/A	0.1900	
	3-05-014-06	N/A	0.2100	
	3-05-014-08	N/A	0.1000	
General	3-05-012-04	N/A	0.1900	

(a): EMEP/EEA.

(b): IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP/EEA, IPCC-IPPU.

TABLA 2-64. FE DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE VIDRIO [$\mu\text{g TEQ/ton}$]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Horno de Culletts	3-05-014-14	Vidrio-Producido	0.20
	3-05-014-01		0.20
Hornos de fusión	3-05-014-02		0.20
	3-05-014-03		0.20
	3-05-014-04		0.20
Secadores	3-05-014-06		0.20
	3-05-014-08		0.20

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.4.5. Sinterización de arcilla y cenizas

A continuación, se presenta en la Tabla 2-64 un resumen del rubro de sinterización de arcilla y cenizas, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-65. TABLA RESUMEN RUBRO: SINTERIZACIÓN DE ARCILLA Y CENIZAS

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales		
Rubro	Sinterización de arcilla y cenizas		
Fuente	CCF8	Detalle	
Enfriamiento	3-05-009-17	Enfriador alternativo clinker de rejilla para arcilla	
	3-05-009-01	Sinterización de cenizas volátiles	
General	3-05-009-02	Sinterización de Arcilla/Coque	
	3-05-009-03	Sinterización de arcilla natural/esquisto	
	3-05-009-04	Trituración/Cribado de arcilla cruda/esquisto	
	3-05-009-05	Transferencia/Transmisión de arcilla cruda/esquisto	
	3-05-009-07	Trituración/Cribado de productos de arcilla/coque sinterizada	
	3-05-009-08	Trituración/Cribado de productos de arcilla/esquisto sinterizado	
Secadores	3-05-009-16	Secadores	

Fuente: Elaboración propia.

En el sinterizado de arcilla y cenizas, las principales emisiones ocurren durante el procesado de la materia prima, enfriamiento y terminado del producto. Dichas emisiones corresponden al proceso de mezcla de los polvos que componen la materia prima, compactación de esta y posterior tratamiento térmico y enfriamiento.

En las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro sinterización de arcilla y cenizas, para material particulado total y MP10 (Tabla 2-66); compuestos tóxicos (Tabla 2-67), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-68).



TABLA 2-66. FE MATERIAL PARTICULADO: SINTERIZACIÓN DE ARCILLA Y CENIZAS [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Enfriamiento	3-05-009-17	Arcilla-Procesado	0.1424 ^(a)	0.0816 ^(c)
	3-05-009-01	Materia prima-Procesado	49.8952 ^(b)	N/A
		Producto terminado-Producido	N/A	30.8443 ^(c)
	3-05-009-02	Materia prima-Procesado	18.1437 ^(b)	N/A
		Producto terminado-Producido	N/A	9.2533 ^(c)
	3-05-009-03	Materia prima-Procesado	5.4431 ^(b)	N/A
		Producto terminado-Producido	N/A	2.8848
	3-05-009-04		5.4431 ^(b)	0.1134 ^(c)
	3-05-009-05	Materia prima-Procesado	N/A	0.1814 ^(c)
	3-05-009-07		6.8039 ^(b)	N/A
3-05-009-08	Producto terminado-Producido	N/A	5.8060 ^(c)	
5.4431 ^(c)			N/A	
Secadores	3-05-009-16	Arcilla-Secado	31.7515 ^(a)	28.3949 ^(c)

(a): Fuente es EPA. Appendix C.1, Particle Size Distribution Data and Sized Emission Factors for Selected Sources.
 (b): Fuente es EPA. 1995. Section 11.8, Clay and Fly Ash Sintering.
 (c): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.
 N/A: No aplica.
 Fuente: AP42.

TABLA 2-67. FE COMPUESTOS TÓXICOS: SINTERIZACIÓN DE ARCILLA Y CENIZAS [mg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
Enfriamiento	3-05-009-17	Cemento-Producido	150.00
General	3-05-009-02	Petróleo Coque-Procesado	20.00
	3-05-009-07		20.00

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-68. FE DIOXINAS/FURANOS: SINTERIZACIÓN DE ARCILLA Y CENIZAS [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Enfriamiento	3-05-009-17	Clinker-Producido	5.0000
	3-05-009-02	Petróleo Coque-Producido	3.0000
General	3-05-009-03		0.0030
	3-05-009-04	Petróleo de esquisto-Producido	0.0030
	3-05-009-05		0.0030
	3-05-009-07	Petróleo Coque-Producido	3.0000
	3-05-009-08	Petróleo de esquisto-Producido	0.0030

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.5.6. Producción de yeso

A continuación, se presenta en la Tabla 2-69 un resumen del rubro de producción de yeso, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-69. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE YESO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria de productos minerales		
Rubro	Producción de yeso		
Fuente	CCF8	Detalle	
Manejo material	3-05-015-05	Trituración primaria: mineral de yeso	
	3-05-015-06	Trituración secundaria: mineral de yeso	
	3-05-015-11	Hervidor continuo: Calcinador	
Molinos	3-05-015-02	Molino primario molinillo o de rodillos	
	3-05-015-13	Molino de impacto	
Otros	3-05-015-03	No clasificado	
	3-05-015-04	Transmisión	
	3-05-015-21	Final de aserradura (8 pies)	

Fuente: Elaboración propia.

El principal contaminante emitido en plantas procesadoras de yeso es el material particulado (MP), cuyas fuentes son secadores rotativos de mineral, molinos, calcinadores y trituradoras primarias y secundarias (consideradas dentro de la fuente manejo de material, Tabla 2-69).

El yeso natural, o sulfato cálcico bihidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, se compone de sulfato de calcio con dos moléculas de agua de hidratación. Si este se calienta hasta lograr el desprendimiento total de agua, se pueden obtener durante el proceso distintos tipos de yesos, ya sea para fabricar paneles, tabiques o cielos en techumbres, aplicaciones artísticas, aplicaciones dentales o como componente del cemento. Una vez extraído y seleccionada la materia prima a utilizar, dependiendo del tipo de yeso deseado, se somete a un proceso de calcinación, trituración y finalmente molienda y cribado.

En la Tabla 2-70 se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de producción de yeso, para material particulado total y MP10.

TABLA 2-70. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE YESO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10
Manejo material	3-05-015-05	Yeso crudo-Procesado	[kg/ton]	N/A	0.1179 ^(b)
	3-05-015-06	Yeso crudo-Procesado	[kg/ton]	N/A	0.5126 ^(b)
	3-05-015-11	Producto-Producido	[kg/ton]	18.5973 ^(a)	11.7934 ^(a)
Molinos	3-05-015-02	Producto-Producido	[kg/ton]	1.1793 ^(b)	0.9979 ^(b)
	3-05-015-13	Producto-Producido	[kg/ton]	45.3592 ^(b)	38.5554 ^(b)



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10
Otros	3-05-015-03	Material-Procesado	[kg/ton]	40.8233	N/A
	3-05-015-04	Material-Procesado	[kg/ton]	N/A	0.0680 ^(b)
	3-05-015-21	Panel-Cortado	[kg/m2]	0.0391 ^(a)	0.0332 ^(b)

(a): Fuente es EPA, 1995. Section 11.16, Gypsum Manufacturing.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

2.2.6. Subsector Industria metalúrgica primaria

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada los rubros del subsector industria metalúrgica primaria.

2.2.6.1. Fabricación de coque: proceso de colmena

A continuación, se presenta en la Tabla 2-71 un resumen del rubro Fabricación de Coque, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-71. TABLA RESUMEN RUBRO: FABRICACIÓN DE COQUE

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Fabricación de coque	
Fuente	CCF8	Detalle
General	3-03-004-01	Proceso general de fabricación de coque

Fuente: Elaboración propia.

El coque metalúrgico se produce por destilación del carbón en hornos, donde se liberan los elementos más volátiles del carbón. Las emisiones de la fabricación de coque ocurren por fugas durante todas sus etapas de producción y por el uso de hornos.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro fabricación de coque, para material particulado MP10 (Tabla 2-72); contaminantes climáticos (Tabla 2-73); compuestos tóxicos (Tabla 2-74), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-75).

TABLA 2-72. FE MATERIAL PARTICULADO: FABRICACIÓN DE COQUE [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP10
General	3-03-004-01	Carbón-Cargado	44.3613

N/A: No aplica.

Fuente: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer, AP42.

TABLA 2-73. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: FABRICACIÓN DE COQUE [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CH4
General	3-03-004-01	Hierro/Acero-Producido	0.10

Fuente: IPCC Volume 3 Industrial Processes and Product Use.

TABLA 2-74. FE COMPUESTOS TÓXICOS: FABRICACIÓN DE COQUE [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
General	3-03-004-01	Carbón-Procesado	0.15

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-75. FE DIOXINAS/FURANOS: FABRICACIÓN DE COQUE [ug TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
General	3-03-004-01	Petróleo Coque-Producido	3.00

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.6.2. Fabricación de hierro

A continuación, se presenta en la Tabla 2-76 un resumen del rubro de fabricación de hierro, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-76. TABLA RESUMEN RUBRO: FABRICACIÓN DE HIERRO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Fabricación de hierro	
Fuente	CCF8	Detalle
Proceso de producción del hierro	3-03-008-01	Carga de mineral
	3-03-008-02	Carga de aglomerado
	3-03-008-04	Cargador con alto limo
	3-03-008-05	Cargador con bajo limo
	3-03-008-13	Cortina de aire
	3-03-008-14	Fin de descarga
	3-03-008-16	Cribado en caliente
	3-03-008-41	Descarga de polvo de humos
	3-03-009-01	Horno de hogar abierto
	3-03-009-21	Relleno (acero sin plomo)
	3-03-009-27	Pre calentador de chatarra de acero
	3-03-009-35	Laminado en frío
	3-03-015-01	Fundiciones integradas de hierro y acero
	3-03-015-70	Máquina de escarpado
	3-03-015-80	Fuentes de combustión varias
3-03-015-84	Fuentes de combustión varias: hornos de recalentamiento	

Fuente: Elaboración propia.



En la producción de hierro, se utilizan hornos para la reducción del mineral y para la refinación mediante la oxigenación del carbón. Las emisiones están asociadas al uso de hornos de tipo oxigenación básico, Alto horno, de arco eléctrico, de hogar abierto, y a la desulfuración del metal fundido.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro fabricación de hierro, para contaminantes locales (Tabla 2-77); material particulado (Tabla 2-78); contaminantes climáticos (Tabla 2-79); compuestos tóxicos (Tabla 2-80), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-81).

TABLA 2-77. FE CONTAMINANTES LOCALES: FABRICACIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NOx	SO ₂
Proceso de producción del hierro	3-03-008-13	Material-Producido	20.2756 ^(a)	0.6350	0.1361	1.2701 ^(d)
	3-03-009-01		N/A	0.0771 ^(a)	0.1361 ^(d)	1.2701 ^(b)
	3-03-009-21		N/A	0.0009 ^(c)	0.1361 ^(d)	1.2701 ^(d)

(a): AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): Listing of Iron and Steel Stack Test Reports.

(c): Organic Chemical Manufacturing, Volume 8: Selected Processes.

(d): Valor por homologación.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-78. FE MATERIAL PARTICULADO: FABRICACIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP ^(B)	MP10	MP2.5
Proceso de producción del hierro	3-03-008-01	Hierro-Producido	N/A	18.9602 ^(a)	N/A
	3-03-008-02	Hierro-Producido	N/A	6.8946 ^(a)	N/A
	3-03-008-04	Escoria-Transferido	0.0118	0.0059 ^(a)	N/A
	3-03-008-05	Escoria-Transferido	0.0040	0.0020 ^(a)	N/A
	3-03-008-13	Material-Producido	5.0349	0.7575 ^(b)	0.2540 ^(c)
	3-03-008-14	Material-Producido	3.0844	0.4627 ^(a)	N/A
	3-03-009-01	Material-Producido	9.5708	7.9379 ^(b)	5.7606 ^(c)
	3-03-009-21	Material-Producido	0.0318	0.0136 ^(a)	N/A

(a): PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer.

(b): AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(c): Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-79. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: FABRICACIÓN DE HIERRO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CO ₂ [ton/ton] ^(b)
Proceso de producción del hierro	3-03-008-01	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-02	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-04	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-05	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-13	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-14	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-16	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-008-41	Acero-Producido	N/A	1.0600

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CO ₂ [ton/ton] ^(b)
Proceso de producción del hierro	3-03-009-01	Acero-Producido	0.5040	1.7200
	3-03-009-21	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-009-27	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-009-35	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-015-01	Acero-Producido	0.5040	1.0600
	3-03-015-70	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-015-80	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-015-84	Acero-Producido	N/A	1.0600

(a): EMEP-EEA.

(b): IPCC-IPPU.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP-EEA, IPCC-IPPU.

TABLA 2-80. FE COMPUESTOS TÓXICOS: FABRICACIÓN DE HIERRO [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
Proceso de producción del hierro	3-03-008-01	Acero-Producido	0.0500
	3-03-008-02	Acero-Producido	0.0500
	3-03-008-04	Acero-Producido	0.0500
	3-03-008-05	Acero-Producido	0.0500
	3-03-008-13	Acero-Producido	0.0500
	3-03-008-14	Acero-Producido	0.0500
	3-03-009-01	Acero-Producido	0.0500

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-81. FE DIOXINAS Y FURANOS: FABRICACIÓN DE HIERRO [μg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Proceso de producción del hierro	3-03-008-01	Acero-Producido	10.00
	3-03-008-02	Acero-Producido	10.00
	3-03-008-04	Acero-Producido	10.00
	3-03-008-05	Acero-Producido	10.00
	3-03-008-13	Acero-Producido	10.00
	3-03-008-14	Acero-Producido	10.00
	3-03-009-01	Acero-Producido	10.00

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.6.3. Manufactura del acero

A continuación, se presenta en la Tabla 2-82 un resumen del rubro Manufactura del acero, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).



TABLA 2-82. TABLA RESUMEN RUBRO: MANUFACTURA DEL ACERO

SECTOR		INDUSTRIA
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Manufactura del acero	
Fuente	CCF8	Detalle
Altos Hornos	3-03-008-24	Estufas de calentamiento por explosión
	3-03-009-18	Carga: hogar abierto
	3-03-009-19	Descarga: hogar abierto
	3-03-009-22	Fundición continua
	3-03-009-23	Descarga de escoria
	3-03-009-24	Procesamiento de escoria en horno de acero
	3-03-015-30	Horno básico de oxígeno (BOF), soplado en la parte inferior: fusión y refinación
	3-03-015-81	Estufa de alto horno
Horno eléctrico	3-03-009-06	Carga: horno de arco eléctrico
	3-03-015-41	Horno de arco eléctrico (EAF): acero al carbono: fusión y refinación
Hornos rotatorios	3-03-009-04	Horno de arco eléctrico: acero aleado (pila)
	3-03-009-08	Horno de arco eléctrico: acero al carbono (pila)
	3-03-009-13	Horno de oxígeno básico: pila de campana abierta
	3-03-009-14	Horno básico de oxígeno: campana cerrada
	3-03-009-15	Transferencia de metal caliente (hierro) al horno de fabricación de acero
	3-03-009-16	Carga: Horno Básico de Oxígeno
	3-03-009-17	Descarga acero fundido: Horno Básico de Oxígeno
	3-03-009-34	Hornos de tratamiento térmico: recocido
Otros	3-03-009-98	Otro no clasificado
	3-03-009-99	Otro no clasificado
Sinterizado	3-03-009-10	Decapado
	3-03-009-20	Desulfuración de metales calientes
	3-03-009-36	Recubrimiento: estaño, zinc, etc.

Fuente: Elaboración propia.

La manufactura del acero sigue el proceso de fabricación del hierro, utilizando también los hornos de reducción y refinación. Hornos de arco eléctrico pueden ser utilizados para la producción de aceros al carbono o aleaciones. Las emisiones están asociadas al uso de hornos y a la desulfuración del metal fundido.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro manufactura del acero, para contaminantes locales (Tabla 2-83); material particulado (Tabla 2-84); contaminantes climáticos (Tabla 2-85); compuestos tóxicos (Tabla 2-86), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-87).

TABLA 2-83. FE CONTAMINANTES LOCALES: MANUFACTURA DEL ACERO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NOx	SO ₂
Proceso de producción del hierro	3-03-008-24	Material-Procesado	N/A	0.0045 ^(b)	N/A	N/A
	3-03-009-18	Acero-Producido	N/A	0.0005	N/A	N/A
	3-03-009-19	Material-Producido	N/A	0.0009 ^(c)	N/A	N/A
	3-03-009-22	Material-Producido	N/A	0.0006	0.0227 ^(f)	N/A
	3-03-009-23	Material-Producido	N/A	0.0009 ^(c)	N/A	N/A
	3-03-009-24	Material-Producido	N/A	0.0006	N/A	N/A
Horno eléctrico	3-03-009-06	Acero-Producido	N/A	0.0005	N/A	N/A
Hornos rotatorios	3-03-009-04	Acero-Producido	8.1647 ^(a)	0.1588 ^(a)	0.0907 ^(e)	0.0318
	3-03-009-08	Acero-Producido	8.1647 ^(a)	0.1588 ^(a)	0.0907 ^(e)	0.0318
	3-03-009-13		62.5958	0.0005	0.0363 ^(e)	N/A
	3-03-009-14	Acero-Producido/ Material-Producido	62.5958	0.0005	0.0363 ^(e)	N/A
	3-03-009-15		N/A	0.0005	0.0531	N/A
	3-03-009-16		N/A	0.0005	0.0531	N/A
	3-03-009-17	Acero-Producido	N/A	0.0023 ^(d)	0.0091 ^(f)	N/A
3-03-009-34	Material-Producido	N/A	0.0032	0.0454 ^(f)	N/A	
Sinterizado	3-03-009-36	Material-Producido	N/A	0.0318	0.8618 ^(f)	N/A

(a): AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(b): Source Assessment: Plastics Processing, State-of-the-Art.

(c): Organic Chemical Manufacturing, Volume 8: Selected Processes.

(d): Electric Arc Furnaces in Ferrous Foundries - Background Information for Proposed Standards.

(e): Listing of Iron and Steel Stack Test Reports, Update.

(f): Obtenido a partir de más de un factor.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-84. FE MATERIAL PARTICULADO: MANUFACTURA DEL ACERO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
Altos Hornos	3-03-009-23	Material-Producido	N/A	0.4082 ^(a)	N/A
	3-03-009-24	Material-Producido	N/A	0.1315 ^(a)	N/A
Hornos rotatorios	3-03-009-04	Acero-Producido	5.1256 ^(c)	2.9710 ^(b)	N/A
	3-03-009-08	Acero-Producido	N/A	9.9790 ^(b)	N/A
		Material-Cargado	0.0094 ^(e)	N/A	N/A
	3-03-009-13	Acero-Producido	12.9274 ^(c)	5.9421 ^(b)	N/A
		Material-Producido	N/A	N/A	0.0020 ^(d)
	3-03-009-14	Acero-Producido	12.9274 ^(c)	5.9421 ^(b)	N/A
	3-03-009-15	Material-Producido	0.0862 ^(c)	0.0408 ^(b)	N/A
	3-03-009-16	Material-Producido	0.2722 ^(c)	0.1542 ^(c)	0.0590 ^(d)



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
	3-03-009-17	Material-Producido	0.4173 ^(c)	0.1860 ^(d)	0.1542 ^(d)
	3-03-009-34	Metal-Procesado	N/A	0.7687	N/A
Sinterizado	3-03-009-20	Material-Procesado	N/A	0.0998 ^(c)	N/A

(a): Fuentes es PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer and AIRS Source Classification Codes with Documentation .

(b): Fuentes es PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer.

(c): Fuentes es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(d): Fuentes es Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources.

(e): Fuentes es Hoeganaes Corporation, Riverton, New Jersey. Electric arc furnace baghouse emissions tests.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42 y Homologación.

TABLA 2-85. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: MANUFACTURA DEL ACERO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton]	CO2 [ton/ton] ^(a)
Altos Hornos	3-03-008-24	Acero-Producido	0.504	1.0600
	3-03-009-18		N/A	1.7200
	3-03-009-19		N/A	1.7200
	3-03-009-22		N/A	1.0600
	3-03-009-23		N/A	1.0600
	3-03-009-24		N/A	1.0600
	3-03-015-30		N/A	1.4600
	3-03-015-81		N/A	1.0600
Horno eléctrico	3-03-009-06	Acero-Producido	N/A	0.0800
	3-03-015-41		N/A	0.0800
Hornos rotatorios	3-03-009-04	Acero-Producido	N/A	0.0800
	3-03-009-08		N/A	0.0800
	3-03-009-13		N/A	1.4600
	3-03-009-14		N/A	1.4600
	3-03-009-15		N/A	1.0600
	3-03-009-16		N/A	1.0600
	3-03-009-17		N/A	1.0600
	3-03-009-34		N/A	1.0600
Otros	3-03-009-98	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-009-99		N/A	1.0600
Sinterizado	3-03-009-10	Acero-Producido	N/A	1.0600
	3-03-009-20		N/A	1.0600
	3-03-009-36		N/A	1.0600

Fuente: EMEP-EEA, IPCC-IPPU.

TABLA 2-86. FE COMPUESTOS TÓXICOS: MANUFACTURA DEL ACERO [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
Altos Hornos	3-03-009-22	Ferroaleaciones-Producido	0.0500
	3-03-009-24		0.0500
	3-03-009-04		0.0500
	3-03-009-08		0.0500
Hornos rotatorios	3-03-009-13		0.0500
	3-03-009-14		0.0500
	3-03-009-15		0.0500
	3-03-009-16		0.0500
	3-03-009-17		0.0500
	3-03-009-34		0.0500
Sinterizado	3-03-009-10		0.0500
	3-03-009-20		0.0500
	3-03-009-36		0.0500

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-87. FE DIOXINAS Y FURANOS: MANUFACTURA DEL ACERO [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Altos Hornos	3-03-009-22	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-24	Hierro-Producido	10.00
	3-03-015-81	Gas de alto horno-Quemado	7.5900
Hornos rotatorios	3-03-009-04	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-08	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-13	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-14	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-15	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-16	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-17	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-34	Hierro-Producido	10.00
Sinterizado	3-03-009-10	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-20	Hierro-Producido	10.00
	3-03-009-36	Hierro-Producido	10.00

Fuente: PNUMA-PCD.

La Tabla 2-88 presenta el posible equipo de control a utilizar para la fuente emisora considerada dentro del rubro de manufactura del acero. El equipo de control presentado es uno de los utilizados para la fuente presentada, identificado para el CCF8 presentado, lo que no implica que este sea el único que se puede utilizar en esta fuente.



TABLA 2-88. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: MANUFACTURA DEL ACERO

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Hornos rotatorios	3-03-009-08	Filtro

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.6.4. Minería metálica

A continuación, se presenta en la Tabla 2-89 un resumen del rubro Minería metálica, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-89. TABLA RESUMEN RUBRO: MINERÍA METÁLICA

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Minería metálica	
Fuente	CCF8	Detalle
Chancadores	3-03-024-01	Trituración primaria: mineral de baja humedad
	3-03-024-02	Trituración secundaria: mineral de baja humedad
	3-03-024-03	Trituración terciaria: mineral de baja humedad
	3-03-024-05	Trituración primaria: mineral de alta humedad
	3-03-024-06	Trituración secundaria: mineral de alta humedad
	3-03-024-07	Trituración terciaria: mineral de alta humedad
	Manejo material	3-03-024-04
3-03-024-08		Manejo de materiales: Mineral de alta humedad
Molinos	3-03-024-09	Molienda en seco con transporte de aire
	3-03-024-10	Molienda en seco sin transporte de aire
Secadores	3-03-024-11	Secado de minerales

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de minería metálica primaria se producen por manejo de material principalmente, en chancadores, molinos y transferencia. Esto genera principalmente emisiones de material particulado, junto algunas emisiones de productos de combustión liberadas en el proceso de secado.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de minería metálica, para contaminantes locales (Tabla 2-90) y material particulado (Tabla 2-91).

TABLA 2-90. FE CONTAMINANTES LOCALES: MINERÍA METÁLICA [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV	NO _x
Secadores	3-03-024-11	Mineral-Procesado	0.0018	0.7257

Fuente: AP42, EPA. August 1982. In: Metallic Mineral Processing Plants - Background Information for Proposed Standards, Volume 1. EPA-450/3-81-009a (NTIS PB83-113746).

TABLA 2-91. FE MATERIAL PARTICULADO: MANUFACTURA DEL ACERO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP ^(a)	MP10
Chancadores	3-03-024-01	Mineral-Procesado	0.0227	0.2268 ^(a)
	3-03-024-02		0.0454	0.5443
	3-03-024-03		0.0726	1.2247 ^(a)
	3-03-024-05		0.0041	0.0091 ^(a)
	3-03-024-06		0.0091	0.0227 ^(a)
	3-03-024-07		0.0091	0.0272 ^(a)
Manejo material	3-03-024-04		0.0272	0.0544 ^(a)
	3-03-024-08		0.0018	0.0045 ^(a)
Molinos	3-03-024-09		11.7934	13.0635 ^(a)
	3-03-024-10		0.1406	1.0886 ^(a)
Secadores	3-03-024-11		5.4431	8.9358 ^(a)
Chancadores	3-03-024-01	0.0227	0.2268 ^(a)	
	3-03-024-02	0.0454	0.5443 ^(a)	

(a): Fuente es EPA. 1995. Section 11.24, Metallic Minerals Processing. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42. Fuente: AP42.

2.2.6.5. Ferroaleaciones

A continuación, se presenta en la Tabla 2-92 un resumen del rubro ferroaleaciones, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-92. TABLA RESUMEN RUBRO: FERROALEACIONES

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Ferroaleaciones	
Fuente	CCF8	Detalle
Horno abierto eléctrico	3-03-006-01	Horno de fundición abierto eléctrico: 50% FeSi
	3-03-006-02	Horno de fundición abierto eléctrico: 75% FeSi
	3-03-006-03	Horno de fundición abierto eléctrico: 90% FeSi
	3-03-006-06	Horno de fundición abierto eléctrico: 80% Ferromanganeso

Fuente: Elaboración propia.

Se generan emisiones de productos de combustión en los hornos de fundición utilizados para elaborar ferroaleaciones. Las emisiones corresponden a sustancias tóxicas u otros compuestos que son liberados durante la fundición.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro ferroaleaciones, para contaminantes climáticos (Tabla 2-93); compuestos tóxicos (Tabla 2-94), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-95).



TABLA 2-93. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: FERROALEACIONES

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton] ^(a)	CH4 [kg/ton] ^(b)	CO2 [ton/ton] ^(b)
Horno abierto eléctrico	3-03-006-01	Ferroaleaciones-Producido	60.00	N/A	2.50
	3-03-006-02		60.00	1.00	4.00
	3-03-006-03		60.00	N/A	4.80
	3-03-006-06		60.00	N/A	1.50

(a): EMEP-EEA.

(b): IPCC-IPPU.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP-EEA, IPCC-IPPU.

TABLA 2-94. FE COMPUESTOS TÓXICOS: FERROALEACIONES [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
Horno abierto eléctrico	3-03-006-01	Ferroaleaciones-Producido	0.0500
	3-03-006-02		0.0500
	3-03-006-03		0.0500
	3-03-006-06		0.0500

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-95. FE DIOXINAS Y FURANOS: FERROALEACIONES [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Horno abierto eléctrico	3-03-006-01	Ferroaleaciones-Producido	10.00
	3-03-006-02		10.00
	3-03-006-03		10.00
	3-03-006-06		10.00

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.6.6. Producción de plomo

A continuación, se presenta en la Tabla 2-96 un resumen del rubro producción de plomo, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente). En este rubro se considera la producción de plomo a partir de materias primas vírgenes.

TABLA 2-96. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE PLOMO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Producción de plomo	
Fuente	CCF8	Detalle
General	3-03-010-99	General

Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente de emisión durante la producción de plomo se da durante la obtención del mineral plomo. Los hornos que emiten emisiones en el proceso son los hornos de reverbero y hornos de Kettle, el último utilizado para el proceso de refinación.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción del plomo, para contaminantes climáticos (Tabla 2-97); compuestos tóxicos (Tabla 2-98), y para dioxinas y furanos (Tabla 2-99).

TABLA 2-97. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE PLOMO [ton/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ₂
General	3-03-010-99	Plomo-Producido	0.5200

Fuente: IPCC-IPPU.

TABLA 2-98. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE PLOMO [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
General	3-03-010-99	Plomo-Producido	30.00

Fuente: PNUMA-Hg.

TABLA 2-99. FE DIOXINAS Y FURANOS: PRODUCCIÓN DE PLOMO [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
General	3-03-010-99	Plomo-Producido	80.00

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.6.7. Cobre

A continuación, se presenta en la Tabla 2-100 un resumen del rubro del Cobre, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente). En este rubro se considera la producción de cobre a partir de materias primas vírgenes.

TABLA 2-100. TABLA RESUMEN RUBRO: COBRES

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Cobre	
Fuente	CCF8	Detalle
Hornos	3-03-005-02	Tostador de múltiples chimeneas
	3-03-005-03	Horno de reverbero de fundición después del tostado
	3-03-005-04	Convertidor (todas las configuraciones)
	3-03-005-05	Refinación de fuego (horno)
	3-03-005-07	Horno de fundición de reverbero con carga de mineral sin tostado
	3-03-005-08	Operaciones de acabado de metales refinados
	3-03-005-09	Tostador de lecho fluidizado

SECTOR	INDUSTRIA	
	3-03-005-10	Horno de fundición eléctrica
	3-03-005-12	Fundición instantánea
	3-03-005-13	Tostado: Emisiones fugitivas
	3-03-005-14	Horno de reverbero: Emisiones fugitivas
	3-03-005-15	Convertidor: Emisiones fugitivas
	3-03-005-16	Horno de refinación de ánodos: Emisiones fugitivas
	3-03-005-17	Horno de limpieza de escorias: Emisiones fugitivas
	3-03-005-18	Convertor de escoria de convertidor: Emisiones fugitivas
	3-03-005-21	Reactor Noranda
	3-03-005-22	Horno de limpieza de escoria
	3-03-005-34	Horno instantáneo después del secador de concentrado
	3-03-005-99	Otros no especificados
Secadores	3-03-005-06	Secador de concentrado de mineral

Fuente: Elaboración propia.

El cobre corresponde a la fundición primaria de mayor volumen en el país. Para su fabricación se siguen las etapas de procesamiento de concentrado, refinación del producto, y secado del cobre. Durante la producción de cobre se utilizan distintos tipos de hornos como el Horno de secado de concentrado, Horno eléctrico de refinación, Horno convertidor, y Horno Flash. Las emisiones de la producción primaria de cobre están asociadas al uso de hornos y a las emisiones fugitivas en hornos convertidores.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro del Cobre, para contaminantes locales (Tabla 2-101); material particulado (Tabla 2-102); contaminantes climáticos (Tabla 2-103); compuestos tóxicos (Tabla 2-104); y para dioxinas y furanos (Tabla 2-105).

TABLA 2-101. FE CONTAMINANTES LOCALES: COBRE [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	SO ₂
Hornos	3-03-005-02	Mineral concentrado-Procesado	127.0059
	3-03-005-03	Mineral concentrado-Procesado	72.5748
	3-03-005-04	Mineral concentrado-Procesado	335.6584
	3-03-005-09	Mineral concentrado-Procesado	163.2933
	3-03-005-10	Mineral concentrado-Procesado	108.8622
	3-03-005-12	Mineral concentrado-Procesado	371.9458
	3-03-005-13	Mineral concentrado-Procesado	0.4536
	3-03-005-14	Mineral concentrado-Procesado	1.8144
	3-03-005-15	Mineral concentrado-Procesado	58.9670
	3-03-005-16	Mineral concentrado-Procesado	0.0454
	3-03-005-17	Mineral concentrado-Procesado	2.7216
	3-03-005-18	Mineral concentrado-Procesado	0.0454
	3-03-005-22	Mineral concentrado-Procesado	2.7216
	3-03-005-34	Mineral concentrado-Procesado	371.9458
	Secadores	3-03-005-06	Mineral concentrado-Procesado

Fuente: AP42.

TABLA 2-102. FE MATERIAL PARTICULADO: COBRE [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Hornos	3-03-005-02	Mineral concentrado-Procesado	20.4117 ^(a)	10.7955 ^(c)
	3-03-005-03	Mineral concentrado-Procesado	22.6796 ^(a)	6.1689 ^(a)
	3-03-005-04	Mineral concentrado-Procesado	16.3293 ^(a)	9.6162 ^(a)
	3-03-005-05	Mineral concentrado-Procesado	N/A	4.1731 ^(c)
	3-03-005-07	Mineral concentrado-Procesado	N/A	6.1235 ^(c)
	3-03-005-09	Mineral concentrado-Procesado	24.9476	13.2449 ^(c)
	3-03-005-10	Mineral concentrado-Procesado	45.3592 ^(a)	26.3084 ^(c)
	3-03-005-12	Mineral concentrado-Procesado	63.5029 ^(a)	37.6482 ^(c)
	3-03-005-13	Mineral concentrado-Procesado	1.1793 ^(b)	0.6350 ^(c)
	3-03-005-14	Mineral concentrado-Procesado	0.1814 ^(b)	0.0771 ^(c)
	3-03-005-15	Mineral concentrado-Procesado	1.9958 ^(b)	1.1793 ^(c)
	3-03-005-16	Mineral concentrado-Procesado	0.2268 ^(b)	0.2087 ^(c)
	3-03-005-17	Mineral concentrado-Procesado	3.6287 ^(b)	3.4927 ^(c)
	3-03-005-22	Mineral concentrado-Procesado	4.5359 ^(a)	3.4927 ^(c)
	3-03-005-34	Mineral concentrado-Procesado	63.5029 ^(a)	37.6482 ^(c)
Secadores	3-03-005-06	Mineral concentrado-Procesado	4.5359 ^(a)	2.1772 ^(c)

(a): AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.
 (b): Section 12.3, Primary Copper Smelting. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (c): PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-103. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: COBRE [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC
Hornos	30300503	Cobre-Producido	0.1900
	30300521	Cobre-Producido	0.1900

Fuente: EMEP-EEA.

TABLA 2-104. FE COMPUESTOS TÓXICOS: COBRE

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [kg/ton] ^(a)	Hg [g/ton] ^(b)	Pb [kg/ton] ^(c)
Hornos	3-03-005-02	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	0.1701	N/A	0.0680
	3-03-005-03	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	4.2502	N/A	0.0327
	3-03-005-04	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	0.0004	N/A	0.1225
	3-03-005-05	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-07	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-08	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-09	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	0.0113	N/A	N/A



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [kg/ton] ^(a)	Hg [g/ton] ^(b)	Pb [kg/ton] ^(c)
	3-03-005-10	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-12	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-13	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-14	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	0.0044	N/A	N/A
	3-03-005-15	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
		Mineral concentrado-Procesado	0.0474	N/A	N/A
	3-03-005-16	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-17	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-18	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-22	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-34	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
	3-03-005-99	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A
Secadores	3-03-005-06	Cobre-Producido	N/A	30.00	N/A

(a): Inorganic Arsenic Emissions from High-arsenic Primary Copper Smelters - Background Information for Proposed Standards.

(b): PNUMA-Hg.

(c): Section 12.3, Primary Copper Smelting. In: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42, PNUMA-Hg.

TABLA 2-105. FE DIOXINAS Y FURANOS: COBRE [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Hornos	3-03-005-02	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-03	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-04	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-05	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-07	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-08	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-09	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-10	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-12	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-13	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-14	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-15	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-16	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-17	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-18	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-22	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-34	Cobre-Producido	800.00
	3-03-005-99	Cobre-Producido	800.00
Secadores	3-03-005-06	Cobre-Producido	800.00

Fuente: PNUMA-PCD.

La Tabla 2-106 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de Cobre. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-106. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: COBRE

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Hornos	3-03-005-03	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
	3-03-005-04	Precipitador electroestático húmedo
		Precipitador electroestático seco
	3-03-005-09	Scrubber húmedo
3-03-005-14	Filtro	

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.6.8. Otros metales

A continuación, se presenta en la Tabla 2-107 un resumen del rubro de otros metales, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-107. TABLA RESUMEN RUBRO: OTROS METALES

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica primaria	
Rubro	Otros metales	
Fuente	CCF8	Detalle
General	3-03-013-01	Procesos generales
	3-03-013-02	Trituración de finos
	3-03-023-14	Horno de induración: a Carbón (ver 3-03-023-51 hasta -88)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de otros metales, para material particulado (Tabla 2-108) y compuestos tóxicos (Tabla 2-109).

TABLA 2-108. FE MATERIAL PARTICULADO: OTROS METALES [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10 ^(a)
General	3-03-023-14	Pellet-Producido	11.2491	13.2449

(a): Fuente es This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

Fuente: AP42.



TABLA 2-109. FE COMPUESTOS TÓXICOS: OTROS METALES [kg/kg]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg
General	3-03-013-01	Oro -Producido	3.00
	3-03-013-02	Oro -Producido	3.00

Fuente: PNUMA-Hg.

2.2.7. Subsector Industria metalúrgica secundaria

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada los rubros del subsector industria metalúrgica secundaria.

2.2.7.1. Fabricación de hierro

A continuación, se presenta en la Tabla 2-110 un resumen del rubro Fabricación de hierro, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-110. TABLA RESUMEN RUBRO: FABRICACIÓN DE HIERRO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria	
Rubro	Fabricación de hierro.	
Fuente	CCF8	Detalle
Horno Eléctrico	3-04-003-03	Horno de Inducción Eléctrica - Fundiciones de hierro gris
	3-04-003-04	Horno de arco eléctrico - Fundiciones de hierro gris

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de producción de hierro requiere de hornos para la reducción del mineral y para la refinación mediante la oxigenación del carbón. Las emisiones están asociadas al uso de distintos tipos de hornos, entre los hornos se encuentran los hornos de oxigenación básico, alto horno, de arco eléctrico, de hogar abierto, y a la desulfuración del metal fundido.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro Fabricación de hierro, para contaminantes locales (Tabla 2-111); material particulado total y MP10 (Tabla 2-112); y compuestos tóxicos (Tabla 2-113).

TABLA 2-111. FE CONTAMINANTES LOCALES: FABRICACIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ^(a)	COV ^(a)	NOx ^(a)	SO ₂ ^(b)
Horno Eléctrico	3-04-003-03	Hierro-Producido/ Metal-Cargado	8.6183	0.0816	0.1451	0.1089

(a): Fuente para CO, COV y NOx, es Section 12.10, Gray Iron Foundries.

(b): Fuente EPA. June 1978. In: Air Pollution Control Technology for Electric Arc Furnaces in the Iron and Steel Foundry Industries.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-112. FE MATERIAL PARTICULADO: FABRICACIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Horno Eléctrico	3-04-003-03	Hierro-Producido ^(a)	0.4082	N/A
		Metal-Cargado ^(b)	0.4082	0.3901
	3-04-003-04	Hierro-Producido ^(a)	5.7606	N/A
		Metal-Cargado ^(b)	5.7606	N/A
		Metal-Producido ^(a)	N/A	5.2617

(a): Fuente es Section 12.10, Gray Iron Foundries.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-113. FE COMPUESTOS TÓXICOS: FABRICACIÓN DE HIERRO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	Hg	Pb
Horno Eléctrico	3-04-003-03	Hierro-Producido ^(a)	kg/ton	N/A	0.0247
	3-04-003-04	Hierro-Producido ^(b)	mg/ton	36.00	N/A

(a): Fuente es Section 12.10, Gray Iron Foundries.

(b): Fuente es August 1990. In: Emission Factors for Iron Foundries - Criteria and Toxic Pollutants.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

2.2.7.2. Manufactura del acero

A continuación, se presenta en la Tabla 2-114 un resumen del rubro Manufactura del acero, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-114. TABLA RESUMEN RUBRO: MANUFACTURA DEL ACERO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria	
Rubro	Manufactura del Acero	
Fuente	CCF8	Detalle
Altos Hornos	3-04-007-04	Horno de tratamiento térmico - Fundiciones de acero
	3-04-007-07	Hornos principales - Fundiciones de acero
	3-04-007-12	Manejo de cargas - Fundiciones de acero
General	3-04-007-08	Verter / Fundición - Fundiciones de acero
	3-04-007-09	Agitado (Shakeout) - Fundiciones de acero
	3-04-007-10	Rotura del Molde (Knockout) - Fundiciones de acero
	3-04-007-22	Mezcladores (Mullers) - Fundiciones de acero
	3-04-007-31	Maquinaria principal/otros - Fundiciones de acero
	3-04-007-45	Emisiones Fugitivas (Horno) - Fundiciones de acero
	3-04-007-99	Otros No Clasificados - Fundiciones de acero
Horno eléctrico	3-04-007-01	Horno de arco eléctrico - Fundiciones de acero
	3-04-007-05	Horno de inducción eléctrica - Fundiciones de acero
	3-04-007-15	Refinación - Fundiciones de acero



SECTOR	INDUSTRIA	
Hornos rotatorios	3-04-007-11	Limpieza - Fundiciones de acero
	3-04-007-06	Molienda/Manejo de Arena - Fundiciones de acero
	3-04-007-21	Silo de Arena - Fundiciones de acero
Manejo material	3-04-007-23	Transportadores / Elevadores fundición - Fundiciones de acero
	3-04-007-24	Pantallas de control de arena - Fundiciones de acero
	3-04-007-42	Crisol - Fundiciones de acero
	3-04-007-44	Cuchara de colada - Fundiciones de acero
Otros	3-04-007-16	Molienda / manejo de arena - Fundiciones de acero
Sinterizado	3-04-007-13	Enfriamiento de piezas fundidas - Fundiciones de acero

Fuente: Elaboración propia.

La manufactura del acero sigue el proceso de fabricación del hierro, utilizando también los hornos de reducción y refinación. Hornos de arco eléctrico pueden ser utilizados para la producción de aceros al carbono o aleaciones. Las emisiones están asociadas al uso de hornos y a la desulfuración del metal fundido.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro manufactura del acero, para contaminantes locales (Tabla 2-115); material particulado total y MP10 (Tabla 2-116); y contaminantes climáticos (Tabla 2-117).

TABLA 2-115. FE CONTAMINANTES LOCALES: MANUFACTURA DEL ACERO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV	NO _x	SO ₂
Altos Hornos	3-04-007-04	Metal-Procesado	0.2722 ^(a)	36.6049 ^(b)	125.6451 ^(b)
	3-04-007-01	Metal-Procesado	0.1588 ^(c)	0.0907 ^(c)	0.1089 ^(d)
Horno eléctrico	3-04-007-05	Metal-Procesado	0.2814 ^(e)	N/A	N/A
	3-04-007-15	Metal-Procesado	0.4990 ^(c)	N/A	21.6364 ^(b)
General	3-04-007-08	Metal-Procesado ^(c)	0.0635	0.0045	0.0090
	3-04-007-09	Metal-Procesado ^(c)	0.5443	N/A	N/A
	3-04-007-10	Arena-Manejado ^(c)	0.5443	N/A	N/A
	3-04-007-31	Núcleo-Producido ^(c)	N/A	0.2268	N/A

(a): Emission factor based on one value from State A.

(b): NAPAP Emission Factor Summary Document.

(c): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

(d): EPA. June 1978. In: Air Pollution Control Technology for Electric Arc Furnaces in the Iron and Steel Foundry Industries.

(e): Valor por homologación.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-116. FE MATERIAL PARTICULADO: MANUFACTURA DEL ACERO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Horno Eléctrico	3-04-007-01	Metal-Procesado ^(b)	5.8967	N/A
	3-04-007-05	Metal-Procesado ^(a)	0.0408	0.0045
	3-04-007-15	Metal-Procesado ^(b)	N/A	0.0020
Altos Hornos	3-04-007-07	Arena-Procesado ^(a)	N/A	1.0070
	3-04-007-12	Metal-Procesado ^(a)	N/A	0.1633
General	3-04-007-08	Metal-Procesado ^(a)	1.2701	1.2701
	3-04-007-09	Metal-Procesado ^(b)	N/A	11.8841
Hornos rotatorios	3-04-007-11	Metal-Procesado ^(a)	N/A	0.7711
Manejo material	3-04-007-06	Arena-Procesado ^(a)	N/A	0.2449
Otros	3-04-007-16	Metal-Procesado ^(b)	N/A	2.7216
Sinterizado	3-04-007-13	Metal-Procesado ^(a)	0.6350	0.6350

(a): Fuente es Section 12.13, Steel Foundries.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-117. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: MANUFACTURA DEL ACERO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton]	CO ₂ [ton/ton] ^(b)
Horno eléctrico	3-04-007-01	Metal-Procesado ^(b)	0.50 ^(a)	1.06
	3-04-007-05	Metal-Procesado ^(a)	N/A	0.08
	3-04-007-15	Metal-Procesado ^(b)	N/A	1.06
Altos Hornos	3-04-007-04		N/A	1.06
	3-04-007-07		N/A	1.06
	3-04-007-12		N/A	1.06
General	3-04-007-08		N/A	1.06
	3-04-007-09		N/A	1.06
	3-04-007-10		N/A	1.06
	3-04-007-22		N/A	1.06
	3-04-007-31		N/A	1.06
	3-04-007-45		N/A	1.06
	3-04-007-99	Acero-Producido	N/A	1.06
Hornos rotatorios	3-04-007-11		N/A	1.06
Manejo material	3-04-007-06		N/A	1.06
	3-04-007-21		N/A	1.06
	3-04-007-23		N/A	1.06
	3-04-007-24		N/A	1.06
	3-04-007-42		N/A	1.06
	3-04-007-44		N/A	1.06
Otros	3-04-007-16		N/A	1.06
Sinterizado	3-04-007-13		N/A	1.06

(a): Fuente es EMEP_EEA.

(b): Fuente es IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.

N/A: No aplica.

Fuente: EMEP/EEA, IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.



2.2.7.3. Ferroaleaciones

A continuación, se presenta en la Tabla 2-118 un resumen del rubro ferroaleaciones, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-118. TABLA RESUMEN RUBRO: FERROALEACIONES

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria		
Rubro	Ferroaleaciones		
Fuente	CCF8	Detalle	
General	3-09-002-02	Arena abrasiva	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro ferroaleaciones, material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-119).

TABLA 2-119. FE MATERIAL PARTICULADO: FERROALEACIONES [kg/ton]

FUENTE	CCF8_RET.CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2.5
General	3-09-002-02	Abrasivo-Usada ^(a)	0.0910	0.0130	0.0013

(a): Fuente es EPA. September, 1997. Section 13.2.6, Abrasive Blasting.
Fuente: AP42.

2.2.7.4. Producción de plomo

A continuación, se presenta en la Tabla 2-120 un resumen del rubro producción de plomo, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente). La industria metalúrgica secundaria, rubro de producción de plomo, corresponde a la obtención de plomo a partir del reciclaje.

TABLA 2-120. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE PLOMO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria		
Rubro	Producción de plomo		
Fuente	CCF8	Detalle	
General	3-04-004-26	Caldera de refinación - Plomo	
	3-04-004-99	General - Plomo	
Horno	3-04-004-01	Caldera de refinación: horno de olla - Plomo	
	3-04-004-03	Alto horno - Plomo	
	3-04-004-04	Horno de fundición: Rotatorio - Plomo	
	3-04-004-18	Horno de fundición: Eléctrico - Plomo	
Secadores	3-04-004-19	Secador - Plomo	

Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente de emisión durante la producción de plomo se da durante la obtención del mineral plomo. Los hornos que emiten emisiones en el proceso son los altos hornos y hornos rotatorio, el último utilizado para el proceso de refinación.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de plomo, para contaminantes locales (Tabla 2-121); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-122); contaminantes climáticos (Tabla 2-123); compuestos tóxicos (Tabla 2-124), y para xileno y etileno (Tabla 2-125).

TABLA 2-121. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE PLOMO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ^(a)	NOx ^(b)	SO ₂ ^(c)
Horno	3-04-004-03	Metal-Cargado/ Metal-Producido/ Plomo-Producido	8.1647	0.0454	24.0404

(a): Fuente es Pacific Environmental Services, Inc. March 15, 1994. In: Draft Final Test Report, East Penn Manufacturing Company, Secondary Lead Smelter, Volume I, Report and Appendices A & B. Research Triangle Park, North Carolina.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants Emission factor based on one value from State A.

(c): Fuente es Section 12.11, Secondary Lead Processing.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-122. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE PLOMO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Horno	3-04-004-01	Metal-Cargado ^(b)	N/A	0.0907
	3-04-004-03	Metal-Producido ^(b)	N/A	58.5134
		Metal-Producido ^(a)	139.2529	N/A
	3-04-004-04	Arena-Procesado	23.1332 ^(a)	29.0299 ^(b)
General	3-04-004-26	Plomo-Producido ^(a)	0.0136	N/A

(a): Fuente es Section 12.11, Secondary Lead Processing.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-123. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE PLOMO [ton/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO ₂
General	3-04-004-26	Plomo-Producido	0.5200
	3-04-004-99		0.5200
Horno	3-04-004-01		0.5200
	3-04-004-03		0.5200
	3-04-004-04		0.5200
	3-04-004-18		0.5200
Secadores	3-04-004-19		0.5200

Fuente: IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.



TABLA 2-124. FE COMPUESTOS TÓXICOS: PRODUCCIÓN DE PLOMO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BENCENO	Pb	TOLUENO
General	3-04-004-26	Pulpa-Producido ^(a)	N/A	0.0045	N/A
		Metal-Producido ^(a)	N/A	47.1736	N/A
Horno	3-04-004-03	Plomo-Producido ^(b)	0.0998	N/A	0.0998
		Metal-Producido ^(a)	N/A	5.2163	N/A

(a): Fuente es Section 12.11, Secondary Lead Processing.

(b): Pacific Environmental Services, Inc. March 15, 1994. In: Draft Final Test Report, East Penn Manufacturing Company, Secondary Lead Smelter, Volume I, Report and Appendices A & B. Research Triangle Park, North Carolina.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-125. FE XILENO/ETILENO: PRODUCCIÓN DE PLOMO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	DIBROMURO DE ETILENO	TRICLOROETILENO
Horno	3-04-004-03	Plomo-Producido	0.0054	0.0227

Fuente: Pacific Environmental Services, Inc. March 15, 1994. In: Draft Final Test Report, East Penn Manufacturing Company, Secondary Lead Smelter, Volume I, Report and Appendices A & B. Research Triangle Park, North Carolina.

2.2.7.5. Cobre

A continuación, se presenta en la Tabla 2-126 un resumen del rubro del Cobre, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente). La industria metalúrgica secundaria, rubro de cobre, corresponde a la obtención de cobre a partir del reciclaje.

TABLA 2-126. TABLA RESUMEN RUBRO: COBRE

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria	
Rubro	Cobre	
Fuente	CCF8	Detalle
Cubilote	3-04-002-13	Carga con chatarra: cúpulas - Cobre
	3-04-002-34	Horno de cúpula - Cobre
Horno	3-04-002-19	Carga con latón y bronce: crisol y horno de olla - Cobre
	3-04-002-33	(Sweating Furnace) - Cobre
	3-04-002-37	Horno de crisol - Cobre
Horno Eléctrico	3-04-002-04	Horno de inducción eléctrica - Cobre
	3-04-002-20	Carga con cobre: Horno de arco eléctrico - Cobre
	3-04-002-21	Carga con latón y bronce: horno de arco eléctrico - Cobre
	3-04-002-23	Carga con cobre: inducción eléctrica - Cobre
	3-04-002-24	Carga con latón y bronce: inducción eléctrica - Cobre
	3-04-002-38	Horno de inducción eléctrica - Cobre
Horno reverbero	3-04-002-14	Carga con cobre: horno reverbero - Cobre
	3-04-002-15	Carga con latón y bronce: horno reverbero - Cobre
	3-04-002-35	Horno reverbero - Cobre
	3-04-002-42	Carga con otra aleación (7%): horno reverbero - Cobre
	3-04-002-43	Carga con aleación de alto plomo (58%): horno reverbero - Cobre
	3-04-002-44	Carga con latón rojo / amarillo: horno reverbero - Cobre

SECTOR	INDUSTRIA	
Horno Rotatorio	3-04-002-17	Carga con latón y bronce: horno rotativo - Cobre
	3-04-002-36	Horno Rotatorio - Cobre
Incineradores	3-04-002-08	Quema de alambre: incinerador - Cobre
	3-04-002-32	Incinerador de alambre - Cobre
Otros	3-04-002-39	Operaciones de fundición - Cobre
Secadores	3-04-002-07	Secador de chatarra (rotativo) - Cobre
	3-04-002-31	Desecador de chatarra - Cobre

Fuente: Elaboración propia.

La industria metalúrgica secundaria del cobre realiza la fundición de chatarra de cobre utilizando hornos de tipo eléctrico, de reverbero y rotatorio. Las emisiones en este rubro están asociadas al uso de hornos e incineradores.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro Cobre, para contaminantes locales (Tabla 2-127); material particulado total, MP10 y MP2,5 (Tabla 2-128); contaminantes climáticos (Tabla 2-129); compuestos tóxicos (Tabla 2-130), y para Dioxinas y Furanos (Tabla 2-131).

TABLA 2-127. FE CONTAMINANTES LOCALES: COBRE [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV	SO ₂
Horno	3-04-002-19	Carga-Alimentado ^(a)	N/A	0.2268
	3-04-002-14	Carga-Alimentado	0.0907	N/A
Horno reverbero	3-04-002-15	Carga-Alimentado	0.0907	N/A
	3-04-002-35	Material-Procesado	0.0907	N/A
Horno rotatorio	3-04-002-17	Carga-Alimentado ^(a)	1.0886	N/A
Incineradores	3-04-002-08	Carga-Alimentado ^(a)	0.2722	5.8060

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

Emission factor based on one value from State A.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-128. FE MATERIAL PARTICULADO: COBRE [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Cubilote	3-04-002-13	Carga-Alimentado ^(a)	0.0014	N/A
	3-04-002-34	Carga-Alimentado ^(a)	N/A	0.9979
	3-04-002-19	Carga-Alimentado	9.5254 ^(b)	5.6245 ^(a)
Horno	3-04-002-33	Carga-Alimentado ^(b)	N/A	0.2041
	3-04-002-37	Carga-Alimentado ^(a)	N/A	0.1315
Horno Eléctrico	3-04-002-04	Carga-Alimentado	9.0718	N/A
	3-04-002-20	Carga-Alimentado	2.2680 ^(b)	2.2680 ^(a)
	3-04-002-21	Carga-Alimentado	4.9895 ^(b)	2.9484 ^(a)
	3-04-002-23	Carga-Alimentado	3.1751 ^(b)	3.1751 ^(a)
	3-04-002-24	Carga-Alimentado ^(a)	9.0718	9.0718
	3-04-002-38	Carga-Alimentado	N/A	0.0181 ^(a)



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10
Horno reverbero	3-04-002-14	Carga-Alimentado	2.3133 ^(b)	2.3133 ^(a)
	3-04-002-15	Carga-Alimentado	16.3293 ^(b)	9.6162 ^(a)
	3-04-002-35	Carga-Alimentado	6.1461 ^(c)	1.4061 ^(a)
Horno Rotatorio	3-04-002-17	Fundido-Producido	136.0777 ^(b)	80.2859 ^(a)
	3-04-002-36	Carga-Alimentado ^(a)	N/A	1.1793
Incineradores	3-04-002-08	Carga-Alimentado ^(b)	N/A	114.7589
	3-04-002-32	Mineral-Procesado ^(b)	N/A	3.7195
Otros	3-04-002-39	Carga-Alimentado ^(b)	N/A	0.0068
Secadores	3-04-002-07	Carga-Alimentado ^(b)	N/A	114.7589
	3-04-002-31	Carga-Alimentado ^(b)	N/A	3.7195

(a): Fuente es Section 12.9, Secondary Copper Smelting and Alloying.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants

(c): Homologación.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-129. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: COBRE [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC
Horno	3-04-002-37	Cobre-Producido	0.1900
Incineradores	3-04-002-08	Cobre-Producido	0.1900

Fuente: EMEP/EEA.

TABLA 2-130. FE COMPUESTOS TÓXICOS: COBRE

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg [g/ton] ^(b)	Pb [kg/ton] ^(a)
Cubilote	3-04-002-13	Cobre-Producido	30.0000	N/A
	3-04-002-34		30.0000	N/A
3-04-002-19	30.0000		N/A	
Horno	3-04-002-33		30.0000	N/A
	3-04-002-37		30.0000	N/A
Horno Eléctrico	3-04-002-04		30.0000	N/A
	3-04-002-20		30.0000	N/A
	3-04-002-21		30.0000	N/A
	3-04-002-23		30.0000	N/A
	3-04-002-24		30.0000	N/A
	3-04-002-38		30.0000	N/A
Horno reverbero	3-04-002-14		30.0000	N/A
	3-04-002-15		30.0000	N/A
	3-04-002-35		30.0000	N/A
	3-04-002-42	Material-Producido	N/A	2.2680
		Cobre-Producido	30.0000	N/A
	3-04-002-43	Material-Producido	N/A	22.6796
		Cobre-Producido	30.0000	N/A
	3-04-002-44	Material-Producido	N/A	5.9874

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	Hg [g/ton] ^(b)	Pb [kg/ton] ^(a)
Horno Rotatorio	3-04-002-17	Cobre-Producido	30.0000	N/A
	3-04-002-36		30.0000	N/A
Secadores	3-04-002-07		30.0000	N/A
	3-04-002-31		30.0000	N/A

(a): Fuente es Section 12.9, Secondary Copper Smelting and Alloying.

(b): Fuente es: PNUMA-Hg.

N/A: No aplica.

Fuente: PNUMA-Hg y AP42.

TABLA 2-131. FE DIOXINAS/FURANOS: COBRE [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Cubilote	3-04-002-13	Cobre-Producido	800.00
	3-04-002-34		800.00
Horno	3-04-002-19		800.00
	3-04-002-33		800.00
	3-04-002-37		800.00
Horno Eléctrico	3-04-002-04		800.00
	3-04-002-20		800.00
	3-04-002-21		800.00
	3-04-002-23		800.00
	3-04-002-24		800.00
Horno reverbero	3-04-002-38		800.00
	3-04-002-14		800.00
	3-04-002-15		800.00
	3-04-002-35		800.00
	3-04-002-42		800.00
	3-04-002-43		800.00
Horno rotatorio	3-04-002-44		800.00
	3-04-002-17		800.00
	3-04-002-36		800.00
Secadores	3-04-002-07		800.00
	3-04-002-31	800.00	

Fuente: PNUMA-PCD.

2.2.7.6. Producción de aluminio

A continuación, se presenta en la Tabla 2-132 un resumen del rubro producción de aluminio, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).



TABLA 2-132. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE ALUMINIO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria		
Rubro	Producción de aluminio		
Fuente	CCF8	Detalle	
Hornos	3-04-001-01	Horno de separación	
	3-04-001-02	Horno de fundición	
Otros	3-04-001-09	Quemado/Secado	
	3-04-001-14	Fundición/Vertido	

Fuente: Elaboración propia.

En la producción de aluminio se generan emisiones principalmente de material particulado, producidas en su mayoría durante el proceso de obtención del aluminio desde la bauxita. Estas emisiones provienen de la utilización de hornos para fundir aluminio, entre los que se encuentran el horno de Crisol y el horno reverbero.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de aluminio, para contaminantes locales (Tabla 2-133); material particulado total y MP10 (Tabla 2-134); contaminantes climáticos (Tabla 2-135).

TABLA 2-133. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE ALUMINIO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV	NOx	SO ₂
Hornos	3-04-001-01	Material-Producido	N/A	N/A	0.0091 ^(a)
	3-04-001-09	Metal-Producido	N/A	0.4082 ^(b)	1.3154 ^(c)
Otros	3-04-001-14	Metal-Cargado ^(d)	0.0635	0.0045	0.0091

(a): Fuente es EPA. August 1982.

(b): El FE se basa en valores de State D.

(c): El FE se transfiere de hornos de cal.

(d): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-134. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE ALUMINIO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP10 ^(a)	MP ^(b)
Hornos	3-04-001-01	Material-Producido	6.0327	N/A
		Metal-Procesado	N/A	6.5770
	3-04-001-02	Metal-Procesado	N/A	0.8618
		Metal-Producido	0.7711	N/A

(a): Fuente es EPA. Appendix C.2.

(b): Fuente es EPA. 1995. Section 12.8, Secondary Aluminum Operations.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-135. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: PRODUCCIÓN DE ALUMINIO [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC
Otros	3-04-001-09	Ferroaleaciones-Producido	60

Fuente: EMEP_EEA.

2.2.7.7. Fundición hierro

A continuación, se presenta en la Tabla 2-136 un resumen del rubro fundición de hierro, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-136. TABLA RESUMEN RUBRO: FUNDICIÓN DE HIERRO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria	
Rubro	Fundición de hierro	
Fuente	CCF8	Detalle
Fundición	3-04-003-19	Fabricación de núcleos, Hornos
	3-04-003-20	Fundición/Vertido
	3-04-003-31	Fundición y Sacudido
	3-04-003-50	Moliendo y Procesamiento de Arena
	3-04-003-52	Moliendo y Procesamiento de Arena
	3-04-003-71	Máquina Principal/Otros
	3-04-003-98	Otros no clasificados
	3-04-009-01	Recocido

Fuente: Elaboración propia.

En la producción de hierro, se utilizan hornos para la reducción del mineral y para la refinación mediante la oxigenación del carbón. Las emisiones están asociadas al uso de hornos de tipo oxigenación básico, Alto horno, de arco eléctrico, de hogar abierto, y a la desulfuración del metal fundido.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro fundición de hierro, para contaminantes locales (Tabla 2-137); material particulado total, MP10 y MP2.5 (Tabla 2-138); contaminantes climáticos (Tabla 2-139).

TABLA 2-137. FE CONTAMINANTES LOCALES: FUNDICIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV	NOx	SOX
Fundición ^(a)	3-04-003-20	Metal-Cargado	0.0635	0.0045	0.0091
	3-04-003-31		0.5443	N/A	N/A
	3-04-003-71	Núcleo-Producido	N/A	0.2267	N/A
	3-04-003-98	Materia prima-Procesado	N/A	N/A	0.0286 ^(b)
	3-04-009-01	Metal-Cargado	0.0453	N/A	N/A

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

(b): Fuente es United States Pipe and Foundry Company. August 14 - 16, 1991.

N/A: No aplica

Fuente: AP42



TABLA 2-138. FE MATERIAL PARTICULADO: FUNDICIÓN DE HIERRO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP10 ^(c)	MP2.5	MP ^(a)
Fundición	3-04-003-19	Hierro-Producido	N/A	N/A	0.4990
	3-04-003-20	Metal-Cargado	0.9344	N/A	1.9051
	3-04-003-31	Hierro-Producido	N/A	N/A	1.4515
		Metal-Cargado	N/A	N/A	1.4515 ^(c)
		Metal-Producido	1.0160 ^(a)	0.6078 ^(a)	N/A
	3-04-003-50	Arena-Manejado	0.2449	N/A	1.6329
	3-04-003-52	Metal-Cargado	2.7216	N/A	N/A
	3-04-003-98	Materia prima-Procesado	N/A	N/A	0.6759 ^(b)

(a): Fuente es EPA. January 1995. Section 12.10, Gray Iron Foundries.

(b): Fuente es United States Pipe and Foundry Company. August 14-16, 1991.

(c): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-139. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: FUNDICIÓN DE HIERRO [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC
Fundición	3-04-003-19	Acero-Producido	0.504

Fuente: EMEP-EEA.

2.2.7.8. Producción de zinc

A continuación, se presenta en la Tabla 2-140 un resumen del rubro producción de zinc, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-140. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCCIÓN DE ZINC

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria metalúrgica secundaria	
Rubro	Producción de zinc	
Fuente	CCF8	Detalle
General	3-04-008-05	Hervidor galvanizado
	3-04-008-62	Separación rotatoria
	3-04-008-65	Separación por resistencia eléctrica
Horno	3-04-008-01	Horno de retorta
	3-04-008-06	Horno de calcinado
	3-04-008-43	Horno de inducción eléctrica, Fundición de chatarra
	3-04-008-68	Horno de fundición crisol

Fuente: Elaboración propia.

En la producción de zinc se generan emisiones de material particulado, provenientes del proceso de fundición de zinc.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro producción de zinc, para contaminantes locales (Tabla 2-141) y material particulado total, MP10 y MP2.5 (Tabla 2-142).

TABLA 2-141. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCCIÓN DE ZINC [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV ^(a)	SOX ^(b)
General	3-04-008-05	Material-Producido	1.0886	N/A
	3-04-008-62		1.0886	N/A
	3-04-008-65	Merma-Procesado	1.0886	N/A
Horno	3-04-008-06	Material-Producido	N/A	8.3007
	3-04-008-43		0.0816	N/A
	3-04-008-68		1.1340	N/A

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

(b): Fuente es EPA.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-142. FE MATERIAL PARTICULADO: PRODUCCIÓN DE ZINC [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP ^(b)	MP10 ^(a)
General	3-04-008-05	Zinc-Usada	2.2680	2.2680
	3-04-008-62	Material-Producido	0.4082	0.2449
			0.2268	N/A
	3-04-008-65	Merma-Procesado	N/A	0.2268
Horno	3-04-008-01	Material-Producido	N/A	21.3188
	3-04-008-06	Zinc-Usada	21.3188	N/A
			40.3697	N/A
3-04-008-68	Material-Producido	0.0023	0.0023	

(a): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

(b): EPA. 1995. Section 12.14, Secondary Zinc Processing.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

2.2.8. Subsector Industria química

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para cada rubro del subsector Industria química.

2.2.8.1. Productos de resina de fibra de vidrio

A continuación, se presenta en la Tabla 2-143 un resumen del rubro Productos de resina de fibra de vidrio, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).



TABLA 2-143. TABLA RESUMEN RUBRO: PRODUCTOS DE RESINA DE FIBRA DE VIDRIO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria química		
Rubro	Productos de resina de fibra de vidrio		
Fuente	CCF8	Detalle	
Consumo de adhesivo	3-08-007-04	Consumo de adhesivo	
Consumo de solvente	3-08-007-03	Consumo de solvente	
Mecanizado de plásticos	3-08-007-01	Mecanizado de plásticos: Perforación/lijado/aserrado/etc.	

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de este sector son evaporativas a partir de los solventes y adhesivos utilizados en la producción de resina de fibra de vidrio.

En la Tabla 2-144 se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de productos de resina de fibra de vidrio, para contaminantes locales.

TABLA 2-144. FE CONTAMINANTES LOCALES: PRODUCTOS DE RESINA DE FIBRA DE VIDRIO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	COV
Consumo de adhesivo	3-08-007-04	Adhesivo-Aplicado ^(a)	294.3815
Consumo de solvente	3-08-007-03	Solvente-Usada ^(a)	294.3815
Mecanizado de plásticos	3-08-007-01	Material-Procesado ^(b)	5.8967

(a): En base a estados A y D, podría estar sobreestimado.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

Fuente: AP42.

2.2.8.2. Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos

A continuación, se presenta en la Tabla 2-145 un resumen del rubro de Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-145. TABLA RESUMEN RUBRO: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria química		
Rubro	Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos		
Fuente	CCF8	Detalle	
Calcinación	3-06-014-01	Calcinación de coque de petróleo - Calcinador	
Craqueo catalítico	3-06-002-01	Unidad de craqueo catalítico fluido	
	3-06-013-01	Sistema de manejo de coque - Almacenamiento/Transferencia	
	3-06-016-01	Unidad de reforma catalítica - General	
Fugitiva	3-06-008-16	Bridas: todas las transmisiones	
	3-06-008-21	Drenajes: todas las corrientes	

SECTOR	INDUSTRIA	
Generador Vapor	3-10-004-11	Petróleo destilado (No. 2): generadores de vapor
	3-10-004-12	Petróleo residual: generadores de vapor
	3-10-004-13	Petróleo crudo: generadores de vapor
Incineradores	3-01-900-11	Incinerador: Petróleo destilado (No. 2)
	3-01-900-12	Incinerador: Petróleo residual
	3-06-099-01	Petróleo destilado (No. 2)
	3-060-990-2	Petróleo residual
	3-06-099-04	Gas de proceso
Proceso térmico	3-06-099-05	Gas licuado de petróleo (GLP)
	3-01-900-01	Calentador de proceso: Petróleo destilado (No. 2)
	3-01-900-02	Calentador de proceso: Petróleo residual
	3-06-001-01	A petróleo
	3-06-001-02	A gas
	3-06-001-03	Petróleo
	3-06-001-05	Gas natural
	3-06-001-11	Petróleo No. 6
	3-10-004-01	Petróleo destilado (No. 2)
	3-10-004-02	Petróleo residual
Quemado en Antorcha	3-10-004-03	Petróleo crudo
	3-06-004-01	Sistema de purga con sistema de recuperación de vapor con quemador
	3-06-009-03	Gas natural
	3-06-009-04	Gas de proceso
	3-06-009-99	No clasificado

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones durante la refinación de crudo están asociadas al tratamiento del petróleo crudo, en conjunto con los procesos de refinación y endulzamiento del gas natural. Además, existen emisiones por fuga de metano y compuestos orgánicos volátiles durante los procesos de producción, refinación, venteo y transporte.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro refinación de crudo y otros procesos petroquímicos, para contaminantes locales (Tabla 2-146); material particulado total y MP10 (Tabla 2-147); contaminantes climáticos (Tabla 2-148); compuestos tóxicos (Tabla 2-149), dioxinas y furanos (Tabla 2-150) y para xileno y etileno (Tabla 2-151).

TABLA 2-146. FE CONTAMINANTES LOCALES: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	COV	CO	NH ₃	NO _x	SO ₂
Calcinación	3-06-014-01	Petróleo Coque-Procesado	kg/ton	0.3175 ^(a)	N/A	N/A	0.4990 ^(g)	7.2575 ^(a)
Craqueo catalítico	3-06-002-01	Petróleo crudo-Procesado	kg/m ³	0.6277 ^(b)	39.0862 ^(b)	0.1541 ^(b)	0.2026 ^(b)	1.4065 ^(b)
Fugitiva	3-06-008-16	Brida-Operado	kg/unidad	2.2226 ^(c)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-06-008-21	Drenado-Operado	kg/unidad	278.0521 ^(c)	N/A	N/A	N/A	N/A
Generador Vapor	3-10-004-11	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m ³	0.0240 ^(d)	0.5991 ^(c)	N/A	2.3965 ^(d)	(1.436E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(d)



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	COV	CO	NH ₃	NO _x	SO ₂
	3-10-004-12	Petróleo residual-Quemado	kg/m3	0.0336 ^(d)	0.5991 ^(c)	N/A	6.5905 ^(c)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(d)
	3-10-004-13	Petróleo crudo-Quemado	kg/m3	0.0336 ^(c)	0.5991 ^(c)	N/A	6.5905 ^(c)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(c)
Incineradores	3-01-900-11	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	0.0479 ^(d)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-01-900-12	Petróleo residual-Quemado	kg/m3	0.0671 ^(d)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-06-099-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	0.0479 ^(d)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-06-099-02	Petróleo residual-Quemado	kg/m3	0.0671 ^(d)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-06-099-04	Gas de refinería-Quemado	mg/m3	89.7034 ^(c)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-01-900-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	0.0240 ^(d)	N/A	N/A	2.3965 ^(d)	(1.436E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(d)
	3-01-900-02	Petróleo residual-Quemado	kg/m3	0.0336 ^(d)	N/A	N/A	5.9913 ^(d)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412 ^(d)
	3-06-001-01	Petróleo destilado-Quemado	kg/m3	N/A	0.5991 ^(f)	N/A	N/A	(6.678E3*S)* 0.4535924/ 158.9873
	3-06-001-02	Gas-Quemado	kg/m3	N/A	0.0005	N/A	0.0022	(9.5E-1*S)* 0.4535924/ 28.3168
Proceso térmico	3-06-001-03	Petróleo-Quemado	kg/m3	0.0359 ^(c)	0.5991 ^(c)	N/A	6.5905 ^(c)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	3-06-001-05	Gas natural-Quemado	mg/m3	44.8517 ^(e)	560.6462 ^(e)	N/A	N/A	9.6111 ^(h)
	3-06-001-11	Petróleo residual (No. 6)-Quemado/Vidrio producido	kg/m3	N/A	0.5991 ^(f)	N/A	8.0284 ^(c)	0.0057 ^(c)
	3-10-004-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3	0.0240 ^(d)	0.5991 ^(c)	N/A	2.3965 ^(d)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	3-10-004-02	Petróleo residual-Quemado	kg/m3	0.0336 ^(d)	0.5991 ^(c)	N/A	6.5905 ^(c)	(1.586E2*S)* 0.4535924/ 3.785412
	3-10-004-03	Petróleo crudo-Quemado	kg/m3	0.0336 ^(c)	0.5991 ^(c)	N/A	6.5905 ^(c)	26.6063 ^(c)
Quemado en Antorcha	3-06-004-01	Petróleo crudo-Procesado	kg/m3	0.0023 ^(c)	0.0123 ^(c)	N/A	0.0539 ^(c)	0.0767 ^(c)
	3-06-009-03	Gas natural-Quemado	mg/m3	89.7034 ^(c)	N/A	N/A	N/A	N/A
	3-06-009-04	Gas de refinería-Quemado	mg/m3	89.7034 ^(c)	N/A	N/A	N/A	N/A

(a): Fuente es: EPA. January 1995. Section 5.1, Petroleum Refining.

(b): Fuente es: This factor was present in AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants, March 1990, EPA 450/4-90-003.

(c): Fuente es: EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(d): Valor por homologación.

N/A: No aplica.

S: Contenido de azufre en ppm de masa.

Fuente: AP42.

TABLA 2-147. FE MATERIAL PARTICULADO: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	MP	MP10
Craqueo catalítico	3-06-002-01	Petróleo crudo-Procesado	kg/m3 ^(a)	0.6904	N/A
	3-10-004-11	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3 ^(b)	0.2397	0.1198
Generador Vapor	3-10-004-12	Petróleo residual-Quemado	kg/m3 ^(b)	(1.2E1*S)* 0.4535924/3.785412	(1.03E1*S)* 0.4535924/3.785412
	3-10-004-13	Petróleo crudo-Quemado	kg/m3 ^(b)	(1.2E1*S)* 0.4535924/3.785412	(1.03E1*S)* 0.4535924/3.785412
Proceso térmico	3-06-001-01	Petróleo-Quemado	kg/m3	(5.04E2*S)* 0.4535924/158.9873	N/A
	3-06-001-03	Petróleo-Quemado	kg/m3 ^(b)	(1.2E1*S)* 0.4535924/3.785412	(7.4E0*S)* 0.4535924/3.785412
	3-06-001-05	Gas natural-Quemado	mg/m3 ^(b)	(1.3E1*S)* 0.4535924/3.785412	(1.3E1*S)* 0.4535924/3.785412
	3-06-001-11	Petróleo residual (No. 6)-Quemado	kg/m3	0.0005	N/A
	3-10-004-01	Petróleo destilado (No. 2)-Quemado	kg/m3 ^(b)	0.2397	0.1198
	3-10-004-02	Petróleo residual-Quemado	kg/m3 ^(b)	(1.2E1*S)* 0.4535924/3.785412	(1.03E1*S)* 0.4535924/3.785412
	3-10-004-03	Petróleo crudo-Quemado	kg/m3 ^(b)	(1.2E1*S)* 0.4535924/3.785412	(1.03E1*S)* 0.4535924/3.785412

(a): Fuente es EPA. January 1995. Section 5.1, Petroleum Refining.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

N/A: No aplica.

S: Contenido de azufre en ppm de masa.

Fuente: AP42.

TABLA 2-148. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(a)	CH ₄ [kg/ton] ^(b)	CO ₂ [kg/kg] ^(c)	N ₂ O [g/ton] ^(b)
Generador Vapor	3-10-004-12	Petróleo-Quemado	1.0808	0.1269 ^(d)	3.0994 ^(d)	25.3701 ^(d)
	3-01-900-12	Petróleo-Quemado	1.0808	0.1269 ^(d)	3.0994 ^(d)	25.3701 ^(d)
	3-06-099-01	Petróleo-Quemado/ Residuos-Incinerado	1.0808	0.1269 ^(d)	3.0994 ^(d)	100.0000
	3-06-099-02	Petróleo-Quemado/ Residuos-Incinerado	1.0808	0.1269 ^(d)	3.0994 ^(d)	100.0000
Incineradores	3-06-099-04	Gas de refinería-Quemado/ Residuos-Incinerado/ Vidrio-Producido	0.1638	0.006	0.1000	4.9480 ^(d)
	3-06-099-05	Gas natural-Quemado/ Residuos-Incinerado/ Vidrio-Producido/	0.0223	0.006	0.1000	4.7978 ^(d)



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/GJ] ^(a)	CH ₄ [kg/ton] ^(b)	CO ₂ [kg/kg] ^(c)	N ₂ O [g/ton] ^(b)
Proceso térmico	3-06-001-02	Gas de refinería-Quemado	0.1638	0.0495 ^(d)	2.8500 ^(d)	4.9480 ^(d)
	3-06-001-05	Gas natural-Quemado	0.0223	0.0480 ^(d)	2.6916 ^(d)	4.7978 ^(d)
	3-10-004-02	Petróleo-Quemado	1.0808	0.1269 ^(d)	3.0994 ^(d)	25.3701 ^(d)

(a): Fuente EMEP/EEA

(b): Fuente IPCC 2006 Volume 5 Waste

(c): IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use

(d): IPCC 2006 Volum 2 Stationary Combustion

N/A: No aplica

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2.

Fuente: EMEC/EEA, IPCC-Waste, IPCC-IPPU

TABLA 2-149. FE COMPUESTOS TÓXICOS: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [mg/MJ]	BENCENO [mg/MJ]	Hg [mg/ton] ^(f)	Pb	TOLUENO [mg/MJ]
Calcinación	3-06-014-01	Petróleo Coque-Procesado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-10-004-11	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
Generador Vapor	3-10-004-12	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-10-004-13	Calor-Entrada	0.0041 ^(a)	0.0013 ^(a)	N/A	N/A	0.0194 ^(b)
		Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
Incineradores	3-01-900-11	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	3-01-900-12	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-06-099-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	3-06-099-02	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
Proceso térmico	3-01-900-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	3-01-900-02	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-06-001-01	Calor-Entrada	0.0017 ^(c)	N/A	N/A	0.0009 mg/MJ ^(d)	N/A
		Petróleo Coque-Procesado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-06-001-03	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-06-001-11	Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
	3-10-004-01	Gasolina-Quemado	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	3-10-004-02	Calor-Entrada	0.0011 ^(e)	N/A	N/A	N/A	N/A
		Petróleo Coque-Quemado	N/A	N/A	20.00	N/A	N/A
		Petróleo residual-Quemado	N/A	N/A	N/A	268.4112 mg/m ³ ^(e)	N/A

(a): Fuente es: Composite. Radian FIRE database 1993 Release.

(b): Fuente es: Osborne, W.E. and M.D. McCannel, CARNOT. May 1990.

(c): Fuente es: EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(d): Fuente es: Pape & Steiner Environmental Services. September 1990.

(e): Fuente es: CARNOT. May 1990.

(f): Fuente es: PNUMA-Hg.

N/A: No aplica.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42, PNUMA-Hg.

TABLA 2-150. FE DIOXINAS Y FURANOS: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Craqueo catalítico	3-06-013-01	Petróleo-Producido	0.40
	3-06-016-01	Petróleo-Producido	0.02
Quemado en Antorcha	3-06-009-99	Petróleo-Producido	0.25

Fuente: PNUMA-PCD.

TABLA 2-151. FE XILENO/ETILENO: REFINACIÓN DE CRUDO Y OTROS PROCESOS PETROQUÍMICOS

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	ISÓMEROS DE XILENO [µg/MJ]
Generador Vapor	3-10-004-13	Calor-Entrada	1.264

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: Osborne, W.E. and M.D. McCannel, CARNOT, Emissions of Air Toxics Species.

2.2.8.3. Ácido nítrico

A continuación, se presenta en la Tabla 2-152 un resumen del rubro de producción de ácido nítrico, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-152. TABLA RESUMEN RUBRO: ÁCIDO NÍTRICO

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria química	
Rubro	Ácido nítrico	
Fuente	CCF8	Detalle
General	3-01-013-99	General
Reactores	3-01-027-13	Secadores y enfriadores de alta densidad
	3-01-027-17	Evaporador / Concentrador: Alta densidad
	3-01-027-12	Torre de Prilling: alta densidad
Torres de pellets	3-01-027-14	Enfriador en la base de la torre de Prilling: Alta densidad - Producción de Nitrato de Amonio

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de formación de ácido nítrico produce emisiones principalmente de monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno, además de pequeñas cantidades de ácido nítrico y amoníaco. Gran parte de los óxidos de nitrógeno generados por el proceso provienen de los gases de la torre de absorción. La cantidad de emisiones se relaciona directamente con la cinética de las reacciones de formación de ácido nítrico y el diseño de la torre de absorción.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de ácido nítrico, para contaminantes locales (Tabla 2-153); material particulado total y MP10 (Tabla 2-154); contaminantes climáticos (Tabla 2-155).



TABLA 2-153. FE CONTAMINANTES LOCALES: ÁCIDO NÍTRICO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	NH ₃
Reactores	3-01-027-17	Nitrato de amonio-Producido	7.6975
	3-01-027-12		25.9455
Torres de pellets	3-01-027-14		0.0181

Fuente: AP42 EPA, 1995, Section 8.3, Ammonium Nitrate.

TABLA 2-154. FE MATERIAL PARTICULADO: ÁCIDO NÍTRICO [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP ^(a)	MP10 ^(b)
Reactores	3-01-027-13	Nitrato de amonio-Producido	0.0454	N/A
	3-01-027-17		0.2359	0.2223
Torres de pellets	3-01-027-12		1.4424	1.3608
	3-01-027-14		0.7257	0.0045

(a): Fuente es Section 8.3, Ammonium Nitrate.

(b): Fuente es PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-155. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: ÁCIDO NÍTRICO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	N2O [Kg/ton]
General	3-01-013-99	Químico-Producido	7.00

Fuente: IPCC-IPPU.

La Tabla 2-156 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de ácido nítrico. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-156. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: ÁCIDO NÍTRICO

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL
Torres de pellets	3-01-027-12	Scrubber húmedo
	3-01-027-14	Scrubber húmedo

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.

2.2.8.4. Etileno

A continuación, se presenta en la Tabla 2-157 un resumen del rubro de producción de Etileno, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-157. TABLA RESUMEN RUBRO: ETILENO

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria química		
Rubro	Etileno		
Fuente	CCF8	Detalle	
General	3-01-197-01	Producción de butileno, etileno, propileno, olefina - Químico-Producido	

Fuente: Elaboración propia.

La fabricación del etileno se hace mediante el craqueo al vapor de materias primas petroquímicas, en plantas petroquímicas y también en refinerías de petróleo (en este caso se produce por craqueo junto a otros procesos). El craqueo al vapor produce productos secundarios, que son el propileno y butadieno (IPCC, 2006d). Los procesos de fabricación de etileno están asociados a emisiones de CO₂ y de CH₄.

A continuación, en la Tabla 2-158 se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de etileno, para contaminantes climáticos.

TABLA 2-158. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: ETILENO

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CH ₄ [Kg/ton]	CO ₂ [ton/ton]
General	3-01-013-99	Químico-Producido	3.00	1.73

Fuente: IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.

2.2.8.5. Metanol

A continuación, se presenta en la Tabla 2-159 un resumen del rubro de producción de Metanol, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-159. TABLA RESUMEN RUBRO: METANOL

SECTOR		INDUSTRIA	
Subsector	Industria química		
Rubro	Metanol		
Fuente	CCF8	Detalle	
General	3-01-197-01	Químico-Producido	

Fuente: Elaboración propia.

El proceso más común de fabricación del metanol es la elaboración mediante reformado con vapor de gas natural. La reformación de vapor y la reacción de desplazamiento llevan a la producción de “gas de síntesis” compuesto de dióxido de carbono, monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂), y procesos asociados a emisiones de CO₂ y de CH₄ (IPCC, 2006d).

A continuación, en la Tabla 2-160 se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de metanol, para contaminantes climáticos.



TABLA 2-160. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: METANOL

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CH ₄ [Kg/ton]	CO ₂ [ton/ton]
General	3-01-013-99	Químico-Producido	2.30	0.67

Fuente: IPCC 2006 Volume 3 Industrial Processes and Product Use.

2.2.8.6. Recubrimiento de superficies

A continuación, se presenta en la Tabla 2-161 un resumen del rubro de recubrimiento de superficies, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-161. TABLA RESUMEN RUBRO: RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria química	
Rubro	Recubrimiento de superficies	
Fuente	CCF8	Detalle
General	4-02-001-01	Pintura: base solvente
	4-02-002-01	Pintura: base de agua
	4-02-003-01	Barniz / Goma Laca
	4-02-007-01	Aplicación de adhesivo
	4-02-007-10	Adhesivo: General

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones provenientes del recubrimiento de superficies son de tipo evaporativas. En particular, las emisiones consideradas en el presente manual provienen de la aplicación de asfalto para la pavimentación de caminos. La aplicación de asfalto genera emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) producto de la evaporación del destilado de petróleo que solventa la mezcla.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro de recubrimientos de superficies, para contaminantes locales (Tabla 2-162); compuestos tóxicos (Tabla 2-163), y para xileno y etileno (Tabla 2-164).

TABLA 2-162. FE CONTAMINANTES LOCALES: RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	COV
General	4-02-001-01	Mix de recubrimiento-Aplicado	kg/ton	508.0235
	4-02-002-01		kg/ton	111.5837 ^(a)
	4-02-003-01		kg/ton	453.5924 ^(b)
	4-02-007-01		kg/ton	576.0623
	4-02-007-10	Recubrimiento-Procesado	kg/m3	527.2366

(a): Fuente es Section 4.2.2.

(b): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.

Fuente: AP42.

TABLA 2-163. FE COMPUESTOS TÓXICOS: RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	TOLUENO
General	4-02-001-01	Material-Procesado	907.1848

Fuente: SAI. 1983 en AP42.

TABLA 2-164. FE XILENO/ETILENO: RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	ISÓMEROS DE XILENO	PERCLOROETILENO	TRICLOROETILENO
General	4-02-001-01	Xileno-Usada ^(a)	789.2508	N/A	N/A
		Etileno-Aplicado ^(b)	N/A	907.1848	N/A
	4-02-007-01	Etileno-Usada ^(c)	N/A	N/A	907.1848
		Xileno-Usada ^(d)	907.1848	N/A	N/A

(a): Fuente es SAI. 1983.

(b): Fuente es EPA. 1985.

(c): Fuente es Pandullo, R.F., S.A. Shareef, L.E. Kincaid, and P.V. Murphy, Radian Corporation. 1985.

(d): Fuente es Memorandum from E. Epner, Radian Corporation, to Xylenes Projects File.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

2.2.9. Subsector Industria sanitaria

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para el subsector industria sanitaria.

2.2.9.1. Disposición de residuos

A continuación, se presenta en la Tabla 2-165 un resumen del rubro de producción de disposición de residuos, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-165. TABLA RESUMEN RUBRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

SECTOR	INDUSTRIA	
Subsector	Industria sanitaria	
Rubro	Disposición de residuos	
Fuente	CCF8	Detalle
Incineradores	5-01-001-01	Cámara de combustión modular de aire controlado
	5-01-001-02	Quemador de masa
	5-01-001-04	Quemador de masa de pared refractaria
	5-01-001-05	Quemador de masa de pared de agua
	5-01-001-06	Quemador de masa de pared rotatoria
	5-01-001-07	Cámara de combustión modular aireada
	5-02-001-01	Cámara múltiple
	5-02-001-02	Cámara simple
	5-02-003-01	Lecho fluidizado
	5-02-003-02	Lecho fluidizado con quemador y controles

SECTOR	INDUSTRIA
5-02-005-01	Incinerador de desechos médicos de aire controlado
5-02-005-03	Horno rotatorio incinerador de desechos médicos
5-03-001-01	Cámara múltiple
5-03-001-02	Cámara simple
5-03-001-05	Quemador tipi
5-03-001-11	Quemador de masa de pared refractaria
5-03-001-12	Quemador de masa de pared de agua
5-03-001-13	Quemador de masa de pared rotatoria
5-03-001-14	Cámara de combustión modular de aire controlado
5-03-001-15	Cámara de combustión modular aireada

Fuente: Elaboración propia.

La disposición de residuos se compone por distintos sectores que generan emisiones, entre los que se encuentran los rellenos sanitarios y las aguas servidas. En los rellenos sanitarios se generan emisiones de metano producto de la descomposición anaeróbica del contenido orgánico, además de compuestos orgánicos volátiles y productos de combustión en caso de quema de biogás en antorcha. Respecto a las aguas servidas, generan emisiones de metano, COVs y amoníaco.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro disposición de residuos, para contaminantes locales (Tabla 2-166), material particulado total, MP10, y MP2,5 (Tabla 2-167), contaminantes climáticos (Tabla 2-168), compuestos tóxicos (Tabla 2-169), dioxinas y furanos (Tabla 2-170), xilenos/etilenos (Tabla 2-171), y otros contaminantes (Tabla 2-172).

TABLA 2-166. FE CONTAMINANTES LOCALES: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV ^(C)	NOx	SO ₂
Incineradores	5-01-001-01	Residuo sólido quemado	0.14 ^(a)	0.68	1.43 ^(a)	1.57 ^(a)
	5-01-001-02 ^(c)		1.00	0.05	1.63	0.77
	5-01-001-04		0.62 ^(a)	N/A	1.12 ^(a)	1.57 ^(a)
	5-01-001-05		0.21 ^(a)	N/A	1.61 ^(a)	1.57 ^(a)
	5-01-001-06		0.35 ^(a)	N/A	1.02 ^(a)	1.57 ^(a)
	5-01-001-07		N/A	N/A	1.12 ^(a)	1.57 ^(a)
	5-02-001-01		4.54 ^(a)	1.36	1.36 ^(a)	1.13 ^(a)
	5-02-001-02	9.07 ^(a)	6.80	0.91 ^(a)	1.13 ^(a)	
	5-02-003-01	9.07 ^(a)	6.80	1.36 ^(a)	0.23 ^(a)	
	5-02-003-02	4.54 ^(a)	1.36	4.54 ^(a)	0.23 ^(a)	
	5-02-005-01	Residuo medico quemado ^(b)	1.34	N/A	1.61	0.98
	5-02-005-03		0.17	N/A	2.10	0.49
	5-03-001-01	Residuo sólido quemado	4.54 ^(a)	1.36	1.36 ^(a)	1.13 ^(a)
	5-03-001-02		9.07 ^(a)	6.80	0.91 ^(a)	1.13 ^(a)

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV ^(c)	NO _x	SO ₂
	5-03-001-05	Residuo madera quemado ^(c)	58.97	4.99	0.45	0.05
	5-03-001-11	Residuo sólido quemado ^(a)	0.62	N/A	1.12	1.57
	5-03-001-12		0.21	N/A	1.61	1.57
	5-03-001-13		0.35	N/A	1.02	1.57
	5-03-001-14		0.14	N/A	1.43	1.47
	5-03-001-15		N/A	N/A	1.12	1.57

a) Fuente es EPA. 1995. Section 2.1, Refuse Combustion.
 b) Fuente es EPA. 1995. Section 2.3, Medical Waste Incineration.
 c) Fuente es EPA 450/4-90-003.
 N/A: No aplica.
 Fuente: AP42.

TABLA 2-167. FE MATERIAL PARTICULADO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	MP	MP10	MP2,5	
Incineradores	5-01-001-01	Residuo sólido quemado	0.8618 ^(a)	0.6350 ^(a)	N/A	
	5-01-001-02		17.2365 ^(a)	6.3503 ^(a)	N/A	
	5-01-001-04		11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
	5-01-001-05		11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
	5-01-001-06		11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
	5-01-001-07		11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
	5-02-001-01		3.1751 ^(b)	2.1319 ^(d)	N/A	
	5-02-001-02		6.8039 ^(b)	2.5855 ^(d)	N/A	
	5-02-001-03		N/A	0.4717 ^(d)	N/A	
	5-02-003-01		13.6078 ^(b)	5.1710 ^(d)	N/A	
	5-02-003-02	2.7216 ^(b)	1.8234 ^(d)	N/A		
	5-02-005-01	Residuo médico quemado	2.1183 ^(c)	1.3789 ^(c)	0.9163	
	5-02-005-03	15.6489 ^(c)	N/A	N/A		
	5-03-001-01	Residuo sólido quemado	3.1751 ^(b)	2.1319 ^(d)	N/A	
	5-03-001-02		6.8039 ^(b)	2.5855 ^(d)	N/A	
	5-03-001-03		N/A	0.4717 ^(d)	N/A	
	5-03-001-05		Residuo madera quemado	3.1751 ^(d)	1.7463 ^(d)	N/A
	5-03-001-11		11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
	5-03-001-12	11.3852 ^(b)	N/A	N/A		
	5-03-001-13	Residuo sólido quemado	11.3852 ^(b)	N/A	N/A	
5-03-001-14	1.5558 ^(b)	N/A	N/A			
5-03-001-15	11.3852 ^(b)	N/A	N/A			

a) Fuente es EPA 450/4-90-003.
 b) Fuente es EPA. 1995. Section 2.1, Refuse Combustion.
 c) Fuente es EPA. 1995. Section 2.3, Medical Waste Incineration.
 d) EPA. In: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer.
 N/A: No aplica.
 Fuente: AP42.

TABLA 2-168. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS - FUENTE INCINERADORES

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC [g/ton]	CH ₄	CO ₂ [kg/TJ]	N ₂ O [g/ton]
Incineradores	5-01-001-01	Residuos generales/ municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-001-02	Residuo sólidos/municipales quemados	0.105 ^(a)	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-001-04	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-001-05	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-001-06	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-001-07	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	50 ^(b)
	5-01-005-05	Residuos generales/municipales/médicos quemados	0.391 ^(a)	30 kg/TJ	91,700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-001-01	Residuos generales/municipales quemados	N/A	6,1000 g/ton ^(b)	91,700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-001-02	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-001-03	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91,700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-003-01	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-003-02	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-005-01	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-005-03	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-02-005-05	Residuos generales/municipales/médicos quemados	0.391 ^(a)	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-03-001-01	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-03-001-02	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-03-001-03	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-03-001-05	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
	5-03-001-11	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)
5-03-001-12	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)	
5-03-001-13	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)	
5-03-001-15	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)	
5-03-005-01	Residuos generales/municipales quemados	N/A	N/A	91700 ^(c)	100 ^(b)	

a) EMEP/EEA.

b) IPCC 2006 Volume 5 Waste.

c) IPCC 2006. Volume 2. Chapter 2 Energy Industries.

N/A: No aplica.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: EMEP/EEA, IPCC-Energy, IPCC-Waste.

TABLA 2-169. FE COMPUESTOS TÓXICOS: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

FUENTES	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	As [Kg/ton]	BENCENO [Kg/ton]	Hg [g/ton] ^(h)	Pb [Kg/ton]	TOLUENO [Kg/ton]	
Incineradores	5-01-001-01	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0003 ^(a)	N/A	N/A	0.0544 ^(e)	N/A	
	5-01-001-02	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0816 ^(e)	N/A	
	5-01-001-04	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A	
	5-01-001-05	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A	
	5-01-001-06	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A	
	5-01-001-07	Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A	
	5-01-005-05		Residuo médico quemado	N/A	N/A	24	N/A	N/A
	5-02-001-01			N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-02-001-02		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-02-001-03			N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-02-005-01			0.0001 ^(b)	N/A	24	0.0330 ^(b)	N/A
	5-02-005-03		Residuo médico quemado	0.0002 ^(b)	N/A	24	0.0562 ^(b)	N/A
	5-02-005-05			0.0001 ^(g)	0.0022 ^(c)	24	0.0431 ^(g)	0.0021 ^(c)
	5-03-001-01		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-03-001-02			N/A	N/A	5	N/A	N/A
			Residuo sólido quemado	N/A	N/A	N/A	0.0008 ^(f)	N/A
	5-03-001-03			N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-03-001-05		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
	5-03-001-11			N/A	N/A	5	N/A	N/A
			Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A
	5-03-001-12		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
			Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A
	5-03-001-13		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
			Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A
	5-03-001-14		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A
			Residuo sólido quemado	0.0003 ^(a)	N/A	N/A	N/A	N/A
5-03-001-15		Residuo municipal quemado	N/A	N/A	5	N/A	N/A	
		Residuo sólido quemado	0.0020 ^(a)	N/A	N/A	0.0966 ^(a)	N/A	
5-03-005-01		Residuo médico quemado	N/A	N/A	24	N/A	N/A	
		Residuo quemado	N/A	0.0233 ^(d)	N/A	N/A	N/A	

a) Fuente es EPA. 1995. Section 2.1, Refuse Combustion.

b) Fuente es EPA. 1995. Section 2.3, Medical Waste Incineration.

c) Evaluation Test on a Medical Waste Incinerator. July 26, 1989. (Confidential Report No. ERC-53).

d) EPA-600/S2-87/051.

e) EPA 450/4-90-003.

f) Compliance and Toxics Testing of an Incinerator at a Ski Resort. (Confidential Report No. ERC-88).

g) Valor por homologación.

h) Fuente es PNUMA-Hg.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42, PNUMA-Hg.



TABLA 2-170. FE DIOXINAS Y FURANOS: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS [µg TEQ/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	PCDD-F
Incineradores	5-01-001-01	Residuos sólidos quemados	3,500
	5-01-001-02		3,500
	5-01-001-04		3,500
	5-01-001-05		3,500
	5-01-001-06		3,500
	5-01-001-07		3,500
	5-01-005-05		Residuos médicos quemados
	5-02-001-01	Residuos sólidos quemados	3,500
	5-02-001-02		3,500
	5-02-001-03		3,500
	5-02-005-01	Residuos médicos quemados	40,000
	5-02-005-03		40,000
	5-02-005-05		40,000
	5-03-001-01	Residuos sólidos quemados	3,500
	5-03-001-02		3,500
	5-03-001-03		3,500
	5-03-001-05		3,500
	5-03-001-11		3,500
	5-03-001-12		3,500
	5-03-001-13		3,500
5-03-001-14	3,500		
5-03-001-15	3,500		
5-03-005-01	Residuos médicos quemados		35,000

Fuente: PNUMA-PCD.

TABLA 2-171. FE XILENOS Y ETILENOS: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS. FUENTE: INCINERADORES

CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	DIBROMURO DE ETILENO	DICLORURO DE ETILENO	ISÓMEROS DE XILENO	M-XILENO	O-XILENO	PERCLOROETILENO	P-XILENO	TRICLOROETILENO
5-02-005-05	Residuos médicos quemados	g/ton	N/A	N/A	N/A	2.01 ^(b)	1.538 ^(b)	0.018 ^(b)	0.187 ^(b)	0.0145 ^(b)
		ug/kg	0.00241 ^(a)	0.458 ^(a)	1.1 ^(a)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5-03-005-01	Residuos quemados	ug/kg	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.21

a) Walker, B.L. and C.D. Cooper. June 1992. In: Air Pollution Emission Factors for Medical Waste Incinerators. Journal of Air and Waste Management Association, 42:6.

b) Evaluation Test on a Medical Waste Incinerator. July 26, 1989. (Confidential Report No. ERC-53).

c) EPA. September 1987. In: Project Summary: PCB Trial Burn Report for the U.S. EPA Combustion Research Facility Liquid Injection Incinerator System. EPA-600/S2-87/051. U.S. Environmental Protection Agency, Air and Energy Engineering Research Laboratory. Research Triangle Park, North Carolina.

N/A: No aplica.

Fuente: AP42.

TABLA 2-172. FE OTROS CONTAMINANTES: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS [g/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	ETILBENCENO
Incineradores	5-02-005-05	Residuo médico-Quemado	0.7303

Fuente: AP42, Evaluation Test on a Medical Waste Incinerator. July 26, 1989. (Confidential Report No. ERC-53).

2.2.10. Subsector Termoeléctricas

En las siguientes secciones se presentan los factores de emisión para el subsector termoeléctricas.

2.2.10.1. Generación energía eléctrica y vapor

A continuación, se presenta en la Tabla 2-173 un resumen del rubro Generación de energía, en conjunto a las fuentes y CCF8 asociados, y un detalle de esto, si corresponde (en el caso de existir múltiples CCF8 para una misma fuente).

TABLA 2-173. TABLA RESUMEN RUBRO: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

SECTOR		INDUSTRIAL	
Subsector	Termoeléctricas		
Rubro	Generación energía eléctrica y vapor		
Fuente	CCF8	Detalles	
Calderas de vapor	1-01-001-01	Carbón pulverizado	
	1-01-001-02	Fogonero	
	1-01-002-01	Carbón pulverizado fondo húmedo	
	1-01-002-02	Carbón pulverizado fondo seco	
	1-01-002-03	Horno ciclónico	
	1-01-002-04	Fogonero esparcidor	
	1-01-002-05	Fogonero; carbón bituminoso	
	1-01-002-11	Fondo húmedo; carbón bituminoso	
	1-01-002-12	Carbón pulverizado fondo húmedo; carbón bituminoso	
	1-01-002-15	Quemador de celda	
	1-01-002-17	Combustión atmosférica de lecho fluidizado	
	1-01-002-18	Combustión atmosférica de lecho circulante fluidizado	
	1-01-002-21	Carbón pulverizado fondo húmedo	
	1-01-002-22	Carbón pulverizado fondo seco	
	1-01-002-23	Horno ciclónico; carbón subbituminoso	
	1-01-002-24	Fogonero esparcidor; carbón subbituminoso	
	1-01-002-25	Fogonero; carbón subbituminoso	
	1-01-002-26	Carbón pulverizado fondo seco; carbón subbituminoso	
	1-01-002-35	Quemador de celda; carbón subbituminoso	
	1-01-002-37	Combustión atmosférica de lecho burbujeante fluidizado	
	1-01-002-38	Combustión atmosférica de lecho circulante fluidizado; carbón subbituminoso	
	1-01-003-00	Carbón pulverizado fondo seco	
	1-01-003-01	Carbón pulverizado fondo seco; pared encendida	
	1-01-003-02	Carbón pulverizado fondo seco; encendido tangencial	

SECTOR	INDUSTRIAL
	1-01-003-03 Horno ciclónico
	1-01-003-04 Fogonero
	1-01-003-06 Fogonero esparcidor
	1-01-003-16 Lecho fluidizado atmosférico
	1-01-003-17 Combustión atmosférica lecho fluidizado; lecho burbujeante
	1-01-003-18 Combustión atmosférica de lecho fluidizado; lecho circulante
	1-01-004-01 Petróleo grado 6; encendido normal
	1-01-004-05 Petróleo grado 5; encendido normal
	1-01-005-01 Petróleo grado 1 y 2
	1-01-006-01 Calderas > 100 millones BTU/h a excepción de tangencial
	1-01-006-02 Calderas < 100 millones BTU/h a excepción de tangencial
	1-01-006-04 Unidades de encendido tangencial
	1-01-007-01 Calderas > 100 millones BTU/h
	1-01-007-02 Calderas < 100 millones BTU/h
	1-01-008-01 Calderas de todo tamaño
	1-01-009-01 Caldera de corteza
	1-01-009-02 Caldera de corteza o madera
	1-01-009-03 Caldera de madera - Madera húmeda (>=20% humedad)
	1-01-009-08 Caldera de madera - Madera seca (<20% humedad)
	1-01-009-11 Caldera de fogón
	1-01-009-12 Calderas de combustión con lecho fluidizado
	1-01-010-01 Butano
	1-01-010-02 Propano
	1-01-012-02 Combustible sólido recuperado
	1-01-013-01 Especificar material de desecho en comentarios
	1-01-013-02 Petróleo de deshecho
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02 Motor de combustión interna con pistones
	2-01-002-02 Motor de combustión interna con pistones
	2-01-009-02 Motor de combustión interna con pistones
Turbinas	2-01-001-01 Turbina
	2-01-002-01 Turbina

Fuente: Elaboración propia.

En el subsector termoeléctricas, la generación de energía eléctrica y vapor considera fuentes utilizadas por establecimientos industriales, con el objetivo de proveer energía a los procesos o la generación de energía eléctrica. Las fuentes emisoras incluyen calderas de vapor, motores de generación de energía eléctrica y turbinas.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los factores de emisión a considerar en el rubro generación de energía eléctrica y vapor, para contaminantes locales (Tabla 2-174); material particulado (Tabla 2-175); contaminantes climáticos (Tabla 2-176); compuestos tóxicos (Tabla 2-177); dioxinas y furanos (Tabla 2-178); xileno y etileno (Tabla 2-179); y otros contaminantes (Tabla 2-180).

TABLA 2-174. FE CONTAMINANTES LOCALES: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NH ₃ ^(B)	NOx	SO ₂
Calderas de vapor	1-01-001-01	Antracita Combustionada	0.2722 kg/ton ^(a)	0.0318 kg/ton ^(a)	0.2563 mg/ton	8.1646 kg/ton ^(s)	(3.9E1*S)*0.4535924 kg/ton ^(s)
	1-01-001-02		0.2722 kg/ton ^(a)	0.0318 kg/ton ^(a)	0.2563 mg/ton	4.0823 kg/ton ^(s)	(3.9E1*S)*0.4535924 kg/ton ^(s)
	1-01-002-01	Carbón bituminoso combustionado	0.2268 kg/ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	14.0613 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-02		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	9.9790 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-03		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	14.9685 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-04		2.2680 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	4.9895 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-05		2.7216 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	3.4019 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-11		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.3503 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-12		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.8039 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-15		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	14.0614 kg/ ton ^(c)	(3.8E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-17		8.1647 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.8946 kg/ ton ^(c)	(3.96E1(S)(Ca/S) ^{-1.9})* 0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-18		8.1647 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	2.2680 kg/ ton ^(c)	(3.96E1(S)(Ca/S) ^{-1.9})* 0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-21		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	10.8862 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-22		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	5.4431 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-23		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	7.7111 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-24		2.2680 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	3.9916 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-25		2.7216 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	3.4019 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-26		0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	3.8102 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)
	1-01-002-35	0.2268 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.3503 kg/ ton ^(c)	(3.5E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(c)	
	1-01-002-37	8.1647 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.8946 kg/ton ^(c)	(3.96E1(S)(Ca/S) ^{-1.9})* 0.4535924 kg/ ton ^(c)	
	1-01-002-38	8.1647 kg/ ton ^(c)	0.0010 mg/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	4.7594 kg/ton	(3.96E1(S)(Ca/S) ^{-1.9})* 0.4535924 kg/ ton ^(c)	
	1-01-003-00	Lignito combustionado	0.1757 kg/ton	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	4.3578 kg/ton	(3E1*S)*0.4535924 kg/ton ^(t)
	1-01-003-01		0.1134 kg/ ton ^(c)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	5.8967 kg/ ton ^(t)	(3E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(t)
	1-01-003-02		0.2722 kg/ton ^(a)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	3.2205 kg/ ton ^(t)	(3E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(t)
	1-01-003-03		0.2722 kg/ton ^(a)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	6.8039 kg/ ton ^(t)	(3E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(t)
	1-01-003-04		2.7216 kg/ton ^(a)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	2.7216 kg/ ton ^(t)	(3E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(t)
	1-01-003-06		2.2680 kg/ton ^(a)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	2.6308 kg/ ton ^(t)	(3E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(t)
	1-01-003-16		0.0680 kg/ton ^(d)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	1.6329 kg/ton ^(d)	(1E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(d)
	1-01-003-17		0.0680 kg/ ton ^(d)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	1.6329 kg/ ton ^(d)	(1E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(d)
	1-01-003-18		0.0680 kg/ ton ^(d)	0.0014 g/GJ ^(u)	0.2563 mg/ton	1.6329 kg/ ton ^(d)	(1E1*S)*0.4535924 kg/ ton ^(d)
	1-01-004-01		Petróleo residual combustionado (grado 6)	0.5991 mg/m ³ ^(e)	N/A	0.0959 kg/m ³	5.6318 kg/m ³ ^(e)
	1-01-004-05	Petróleo residual combustionado (grado 5)	0.5991 mg/ m ³ ^(e)	N/A	0.0959 kg/m ³	5.6318 kg/ m ³ ^(e)	(1.57E2*S)*0.4535924/ 3.785412 kg/ m ³ ^(e)
1-01-005-01	Quemado de petróleo destilado (n°1 y 2)	0.5991 mg/ m ³ ^(e)	0.0239 kg/m ³ ^(a)	0.0959 kg/m ³	2.8758 kg/ m ³ ^(e)	(1.42E2*S)*0.4535924/3.785412 (1.436E2*S)*0.4535924/3.785412 kg/ m ³ ^(e)	
1-01-006-01	Gas natural combustionado	1345.55 kg/m ³ ^(f)	88.1015 mg/m ³ ^(r)	51.26 mg/m ³	4485.17 mg/m ³ ^(f)	9.61 mg/ m ³ ^(f)	
1-01-006-02		1345.55 kg/m ³ ^(f)	88.1015 mg/m ³ ^(r)	51.26 mg/m ³	3494.82 mg/ m ³ ^(f)	9.61 mg/ m ³ ^(f)	
1-01-006-04		384.44 mg/m ³ ^(f)	88.1015 mg/m ³ ^(r)	51.26 mg/m ³	2723.14 mg/ m ³ ^(f)	9.61 mg/ m ³ ^(f)	
1-01-007-01 ^(g)	Gas de refinería combustionado	105.24 mg/m ³	6.888 mg/m ³	N/A	1601.85 mg/m ³	56.06 mg/m ³	
1-01-007-02 ^(g)		105.24 mg/m ³	6.8879 mg/m ³	N/A	1601.85 mg/m ³	56.06 mg/m ³	
1-01-008-01 ^(a)	Petróleo coque combustionado	0.2722kg/ton	0.0317 mg/ton	N/A	9.5254 kg/ton	(3.9E1*S)*0.4535924 7.3 mg/ton	



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	CO	COV	NH ₃ ^(B)	NOx	SO ₂
	1-01-009-01	Entrada de calor ^(h)	0.000257 kg/MJ	7.3087 mg/MJ ^(h)	N/A	0.0000946 kg/MJ	10.75 mg/MJ
	1-01-009-02		0.000257 kg/MJ	7.3087 mg/MJ ^(h)	N/A	0.0000946 kg/MJ	10.75 mg/MJ
	1-01-009-03		0.000257 kg/MJ	7.3087 mg/MJ ^(h)	N/A	0.0000946 kg/MJ	10.75 mg/MJ
	1-01-009-08		0.000257 kg/MJ	7.3087 mg/MJ ^(h)	N/A	0.0002106 kg/MJ	10.75 mg/MJ
	1-01-009-11	Quemado de madera/corteza ⁽ⁱ⁾	6.1689 kg/ton	0.1070 g/kg ^(v)	N/A	0.6804 kg/ton	0.03402 kg/ton
	1-01-009-12	Entrada de calor	0.6350 kg/ton	N/A	N/A	0.9072 kg/ton	10.75 mg/MJ ⁽ⁱ⁾
		Quemado de madera/corteza ⁽ⁱ⁾	0.6350 kg/ton	0.1070 g/kg ^(v)	N/A	0.9072 kg/ton	0.0340kg/ton ^(h)
	1-01-010-01	Butano combustionado	0.4314 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾	0.0312 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾	N/A	2.5163 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾	(9.5E-2*s)*0.4535924/3.785412 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾
	1-01-010-02	Propano combustionado	0.8399 kg/m ³ ^(e)	0.0550 kg/m ³ ^(e)	N/A	2.2767 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾	(9.5E-2*s)*0.4535924/3.785412 kg/m ³ ⁽ⁿ⁾
	1-01-012-02 ^(a)	Quemado de combustible derivado	1.6329 kg/ton	N/A	N/A	2.2680 kg/ton	0.7711 kg/ton
	1-01-013-01 ^(j)	Quemado de residuo líquido*	N/A	0.1198 kg/m ³	N/A	N/A	N/A
	1-01-013-02	Petróleo residual combustionado	0.5991 kg/m ³ ^(a)	0.1198 kg/m ³ ^(o)	N/A	2.2767 kg/m ³ ^(o)	(1.47E2*S)*0.4535924/3.785412 kg/m ³ ^(o)
	Motores de generación eléctrica	2-01-001-02 ^(p)	Quemado de Diésel	15.5774 kg/m ³	N/A	N/A	73.3751 kg/m ³
2-01-002-02		Gas natural combustionado	6391.37 mg/m ³ ^(q)	1858.14 mg/m ³ ^(q)	N/A	0.0455 µg/m ³	9.61 mg/m ³ ^(k)
2-01-009-02		Entrada de combustible ^(l)	0.00041 kg/MJ	N/A	N/A	0.0019 kg/MJ	0.000125 kg/MJ
Turbinas^(m)	2-01-001-01	Entrada de combustible	1.4187 mg/MJ	0.1763 mg/MJ	N/A	0.3783 kg/MJ	(1.01E0*S)*0.4535924/1055.056 mg/MJ
	2-01-002-01	Entrada de combustible	0.000035 kg/MJ	0.9028 mg/MJ	N/A	0.1376 kg/MJ	(9.4E-1*S)*0.4535924/1055.056 mg/MJ

A: Contenido de cenizas en %m/m

S: Contenido de azufre en ppm de masa

*No hay factor de emisión para CO2 ni NOx ya que no hay información del combustible.

a) Fuente es EPA 450/4-90-003

b) Fuente es Development and Selection of Ammonia Emission Factors - Final Report.

c) Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion.

d) Fuente es EPA. 1995. Section 1.7, Lignite Combustion.

e) Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

f) Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

g) Fuente es Roy Huntley - EPA response to question in an email dated 5/30/03

h) Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers.

i) Fuente es EPA. February, 1999. Section 1.6, Wood Waste Combustion In Boilers.

j) Fuente es VOC emission factors based on two values from State D.

k) Fuente es EPA. October 1992. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

l) Fuente es EPA. 1996. Section 3.3, Gasoline and Diésel Industrial Engines.

m) Fuente es EPA. 2000. Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation.

n) Fuente es EPA. 1995. Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion.

o) Fuente es EPA. 1995. Section 1.11, Waste Oil Combustion.

p) Fuente es EPA. 1995. Section 3.3, Gasoline and Diésel Industrial Engines.

q) Fuente es EPA. 1995. Section 3.2, Heavy Duty Natural Gas Fired Pipeline Compressor Engines.

r) Fuente es EPA. March, 1998. Section 1.4, Natural Gas Combustion.

s) Fuente es EPA. 1995. Section 1.2, Anthracite Coal Combustion.

t) Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.7, Lignite Combustion.

u) Fuente es EMEP/EEA

v) Fuente es EPA - Section Wood Residue Combustion in Boilers

N/A: No aplica

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2.

Fuente: AP42

TABLA 2-175. FE MATERIAL PARTICULADO: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR [kg/ton]

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDADES	MP	MP10	MP2.5
Calderas de vapor	1-01-001-01	Antracita-Quemado ^(c)	kg/ton	117.9340	27.1248	7.0760
	1-01-001-02	Antracita-Quemado	kg/ton	9.4347 ^(c)	2.1772 ^(c)	1.1340 ^(m)
	1-01-002-01	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	82.5538	30.6628	17.4542
	1-01-002-02	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	117.9340	27.1248	7.0760
	1-01-002-03	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	23.5868	3.0663	1.2973
	1-01-002-04	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	29.9371	5.9874	2.0865
	1-01-002-05	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	7.2575	2.7216	0.9979
	1-01-002-12	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	117.9340	27.1248	7.0760
	1-01-002-17	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	7.7111	5.6245	0.6169
	1-01-002-18	Carbon bituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	7.7111	5.6245	0.6169
	1-01-002-21	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	82.5538	30.6628	17.4542
	1-01-002-22	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	117.9340	27.1248	7.0760
	1-01-002-23	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	23.5868	3.0663	1.2973
	1-01-002-24	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	29.9371	5.9874	2.0865
	1-01-002-25	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	7.2575	2.7216	0.9979
	1-01-002-26	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	117.9340	27.1248	7.0760
	1-01-002-37	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	9.9790	7.3028	0.6169
	1-01-002-38	Carbon subbituminoso-Quemado ^(a)	kg/ton	8.4031	7.3028	0.6169
	1-01-003-00	Lignito-Quemado ^(h)	kg/ton	1.2338	N/A	N/A
	1-01-003-01	Lignito-Quemado ^(h)	kg/ton	61.3257	21.4286	6.1491
	1-01-003-02	Lignito-Quemado ^(h)	kg/ton	76.6571	27.1248	7.7836
	1-01-003-03	Lignito-Quemado	kg/ton	79.0158 ^(h)	10.2721 ^(a)	4.3518 ^(a)
	1-01-003-04	Lignito-Quemado	kg/ton	40.0976 ^(h)	12.6189	4.7952
	1-01-003-06	Lignito-Quemado	kg/ton	94.3472 ^(h)	18.8694 ^(h)	6.6043
	1-01-004-01	Petroleo residual (No. 5)-Quemado	kg/m3	0.1797	N/A	N/A
		Petroleo residual (No. 6)-Quemado ^(d)	kg/m3	0.3862	0.2618	0.1908
	1-01-004-05	Petroleo residual (No. 5)-Quemado ^(d)	kg/m3	1.1983	0.0707	0.0515
	1-01-005-01	Petroleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado ^(d)	kg/m3	0.2397	0.1198	0.0300
	1-01-006-01	Gas natural-Quemado ^(e)	mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-01-006-02	Gas natural-Quemado ^(e)	mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-01-006-04	Gas natural-Quemado ^(e)	mg/m3	30.4351	30.4351	30.4351
	1-01-007-01	Gas de refinería-Quemado	mg/m3	48.0554 ^(k)	2.3868 ^(l)	2.3868 ^(l)
1-01-007-02	Gas de refinería-Quemado	mg/m3	48.0554 ^(k)	2.3868 ^(l)	2.3868 ^(l)	
1-01-008-01	Petroleo Coque-Quemado	kg/ton	0.9072 ^(k)	0.7167 ^(m)	0.4082 ^(k)	



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDADES	MP	MP10	MP2.5
	1-01-009-01	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-01-009-02	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0002
	1-01-009-03	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0002	0.0002	0.0001
	1-01-009-08	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0001	0.0002	N/A
	1-01-009-11	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0002	0.0002	N/A
	1-01-009-12	Calor-Entrada ^(e)	kg/MJ	0.0002	0.0002	N/A
	1-01-010-01	Butano-Quemado ^(f)	kg/m3	0.0719	0.0719	0.0719
	1-01-010-02	Propano-Quemado	kg/m3	0.0719 ^(g)	0.0191 ^(l)	0.0191 ^(l)
	1-01-012-02	Combustible derivado-Quemado	kg/ton	36.2874 ^(k)	28.6670 ^(m)	16.3293 ^(m)
	1-01-013-02	Petroleo residual-Quemado	kg/m3	0.7669 ^(m)	0.6111 ^(b)	0.3451 ^(m)
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Diesel-Quemado ⁽ⁱ⁾	kg/m3	1.6776	1.6776	1.6776
	2-01-002-02	Gas natural-Quemado ⁽ⁿ⁾	mg/m3	160.1846	160.1846	160.1846
	2-01-009-02	Combustible-Entrada ^(j)	kg/MJ	0.0001	0.0001	7.0760
Turbinas ^(o)	2-01-001-01	Petróleo Gas/Diésel / Gasolina-Quemado	g/kg	0.170	0.170	0.028
	2-01-001-08	Petróleo Gas/Diésel-Quemado	g/kg	0.170	0.170	0.028
	2-01-001-09	Petróleo Gas/Diésel-Quemado	g/kg	0.170	0.170	0.028
	2-01-002-01	Biogás/Gas Natural-Quemado	g/kg	0.145	0.145	0.145
	2-01-002-09	Gas natural-Quemado	g/kg	0.145	0.145	0.145
	2-01-008-01	Otros biogás-Quemado	g/kg	0.145	0.145	0.145

(a): Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (b): Section 1.11, Waste Oil Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (c): Section 1.2 Anthracite Coal Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (d): Section 1.3, Fuel Oil Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (e): Section 1.4, Natural Gas Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (f) Section 1.5, Liquefied Petroleum Gas Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (g): Section 1.6, Wood Residue Combustion In Boilers. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (h): Section 1.7, Lignite Combustion. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (i): Section 3.3, Gasoline and Diesel Industrial Engines. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (j): . Section 3.4, Large Stationary Diesel and all Stationary Dual-fuel Engines. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42.
 (k): Fuente es AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes and Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants.
 (l): Roy Huntley - EPA response to question in an email dated 5/30/03.
 (m): PM Calculator. EPA. January 1995. Appendix B.2, Generalized Particle Size Distributions. In: Compilation of Air Pollutant.
 (n): EPA. In: PM10 Emission Factor Listing Developed by Technology Transfer. EPA-450/4-89-022. U.S. Environmental Protection Agency.
 (o): EPA - Stationary Internal Combustion Sources, Sección Stationary Gas Turbines
 Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
 Fuente: AP42.

TABLA 2-176. FE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC ^(a)	CO ₂ [ton/TJ] ^(b)	N ₂ O ^(b)
Calderas de vapor	1-01-001-01	Antracita combustionada	N/A	98.30	N/A
	1-01-001-02	Antracita combustionada	N/A	98.30	N/A
	1-01-002-01	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0363 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	0.0682 g/GJ	96.10	N/A
	1-01-002-02	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0136 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	0.0748 g/GJ	96.10	N/A
	1-01-002-03	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0408 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-04	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0181 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-05	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0181 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-11	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0566 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	0.0682 g/GJ	96.10	N/A
	1-01-002-12	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0363 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	0.0748 g/GJ	96.10	N/A
	1-01-002-15	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	0.0566 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-17	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	1.5876 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-18	Carbón bituminoso combustionado	N/A	N/A	1.5876 kg/ton
		Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	N/A
	1-01-002-21	Carbón subbituminoso combustionado	0.0682 g/GJ	96.10	0.0363 kg/ton
	1-01-002-22	Carbón subbituminoso combustionado	0.0748 g/GJ	96.10	0.0136 kg/ton
	1-01-002-23	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	0.0408 kg/ton
	1-01-002-24	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	0.0181 kg/ton
	1-01-002-25	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	0.0181 kg/ton
	1-01-002-26	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	0.0363 kg/ton
	1-01-002-35	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	0.0566 kg/ton
	1-01-002-37	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	1.5876 kg/ton
	1-01-002-38	Carbón subbituminoso combustionado	N/A	96.10	1.5876 kg/ton
	1-01-003-00	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-01	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-02	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-03	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-04	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-06	Lignito combustionado	N/A	101.00	N/A
	1-01-003-16	Lignito combustionado	N/A	101.00	1.134 kg/ton
	1-01-003-17	Lignito combustionado	N/A	101.00	1.134 kg/ton
	1-01-003-18	Lignito combustionado	N/A	101.00	1.134 kg/ton
	1-01-004-01	Petróleo residual combustionado (n°6)	N/A	N/A	0.0767 kg/m3
		Petróleo residual combustionado	1.0808 g/GJ	77.40	N/A
	1-01-004-05	Petróleo residual combustionado	1.0808 g/GJ	77.40	N/A
	1-01-005-01	Quemado de Diesel	0.27068 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo destilado (n°1 y 2)	N/A	N/A	0.0443 kg/m3
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
1-01-006-01	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	56.10	35.2406 mg/m3	
1-01-006-02	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	56.10	35.2406 mg/m3	
1-01-006-04	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	56.10	35.2406 mg/m3	
1-01-007-01	Gas de refinería combustionado	N/A	57.60	N/A	

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	BC ^(a)	CO ₂ [ton/TJ] ^(b)	N ₂ O ^(b)
	1-01-007-02	Gas de refinería combustionado	N/A	57.60	N/A
	1-01-007-04	Gas de refinería combustionado	N/A	57.60	N/A
		Gas de refinería combustionado	0.16376 g/GJ	N/A	N/A
	1-01-008-01	Quemado de carbón de coque	N/A	94.60	N/A
	1-01-008-18	Quemado de carbón de coque	N/A	94.60	N/A
	1-01-009-01	Quemado de biomasa	4.389 g/GJ	N/A	N/A
		Entrada de calor	N/A	N/A	0.0056 g/MJ
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-009-02	Entrada de calor	N/A	N/A	0.0056 g/MJ
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-009-03	Entrada de calor	N/A	N/A	0.0056 g/MJ
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-009-08	Entrada de calor	N/A	N/A	0.0056 g/MJ
		Quemado de madera/cortezas	4.389 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-009-11	Quemado de madera/cortezas	N/A	N/A	0.0181 kg/ton
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-009-12	Quemado de madera/cortezas	N/A	N/A	0.0907 kg/ton
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-010-01	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo/gas licuado	N/A	63.10	N/A
	1-01-010-02	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo/gas licuado	N/A	63.10	N/A
	1-01-012-01	Quemado de residuos municipales	N/A	91.70	N/A
	1-01-012-02	Quemado de residuos municipales	N/A	91.70	N/A
	1-01-012-05	Quemado de residuos sólidos	0.105 g/ton	N/A	N/A
		Quemado de residuos municipales	N/A	91.70	N/A
	1-01-012-07	Quemado de biomasa	4.389 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de madera/residuos de madera	N/A	112.00	N/A
	1-01-013-02	Petróleo residual combustionado	N/A	77.40	N/A
1-01-013-04	Quemado de lejías de sulfito (Licor negro)		95.30	N/A	
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Quemado de Diesel	16.926 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
	2-01-001-07	Quemado Diesel	16.926 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
	2-01-002-02	Gas natural combustionado	0.05 g/GJ	56.10	N/A
2-01-009-02	Quemado de otro queroseno	N/A	71.90	N/A	
Turbinas	2-01-001-01	Quemado de Diesel	0.65325 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
	2-01-001-08	Quemado de Diesel	0.65325 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
	2-01-001-09	Quemado de Diesel	0.65325 g/GJ	N/A	N/A
		Quemado de petróleo gas/Diesel	N/A	74.10	N/A
	2-01-002-01	Gas natural combustionado	0.02225 g/GJ	56.10	N/A
	2-01-002-09	Gas natural combustionado	0.05 g/GJ	56.10	N/A
2-01-008-01	Quemado de otro biogas	N/A	54.60	N/A	

a. Fuente es EMEP_EEA

b. Fuente es IPCC 2006. Volume 2. Chapter 2 Energy Industries.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2.

Fuente: IPCC, 2006, EMEP/EEA

TABLA 2-177. FE COMPUESTOS TÓXICOS: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	As	BENCENO	Hg ^(A)	Pb	TOLUENO
Calderas de vapor	1-01-001-01	Antracita-Quemado	g/ton ^(c)	N/A	N/A	0.15	4.04	N/A
	1-01-001-02	Antracita-Quemado	g/ton ^(c)	0.09	N/A	0.15	4.04	N/A
	1-01-002-01	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.23	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-02	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.29	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-03	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.05	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-04	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.17	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-05	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.34	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-11	Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-12	Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.26	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-15	Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-17	Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-18	Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón bituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-21	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.23	N/A	N/A	0.22	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
	1-01-002-22	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.29	N/A	N/A	0.22	N/A
Carbón subbituminoso-Quemado		g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	
1-01-002-23	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.05	N/A	N/A	0.22	N/A	
	Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	
1-01-002-24	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.17	N/A	N/A	0.22	N/A	
	Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	
1-01-002-25	Calor-Entrada	mg/MJ ^(d)	0.34	N/A	N/A	0.22	N/A	
	Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	As	BENCENO	Hg ^(A)	Pb	TOLUENO
1-01-002-26		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.26	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-002-35		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-002-37		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-002-38		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.18	N/A	N/A	N/A	N/A
		Carbón subbituminoso-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-00		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	1.17	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-01		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	0.06	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-02		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	0.06	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-03		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	0.19	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-04		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	0.69	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-06		Calor-Entrada	mg/MJ ^(e)	0.35	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-16		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.50	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-17		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.50	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-003-18		Calor-Entrada	mg/MJ ^(b)	0.50	N/A	N/A	N/A	N/A
		Lignito-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
1-01-004-01		Petróleo Coque-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
		Petróleo residual (No. 6)-Quemado	g/m3 ^(f)	158.17	25.64	N/A	180.94	742.92
1-01-004-05		Calor-Entrada	μg/MJ ^(g)	2.89	N/A	N/A	N/A	N/A
		Petróleo Coque-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
		Petróleo residual (No. 5)-Quemado	g/m3 ^(g)	N/A	N/A	N/A	287.58	N/A
1-01-005-01		Calor-Entrada	μg/MJ ^(f)	1.72	N/A	N/A	3.87	N/A
		Gasolina-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
1-01-006-01		Gas natural-Quemado ^(h)	-	3.20 g/m3	33.64 g/m3	0.22 ug/m3	8.01 g/m3	54.46 g/m3
1-01-006-02		Gas natural-Quemado ^(h)	-	3.20 g/m3	33.64 g/m3	0.22 ug/m3	8.01 g/m3	54.46 g/m3
1-01-006-04		Gas natural-Quemado ^(h)	-	3.20 g/m3	33.64 g/m3	0.22 ug/m3	8.01 g/m3	54.46 g/m3

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	As	BENCENO	Hg ^(A)	Pb	TOLUENO
	1-01-007-01	Gas natural-Quemado	µg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	1-01-007-02	Gas natural-Quemado	µg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	1-01-008-01	Petróleo Coque-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
	1-01-009-01	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	µg/MJ	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/ Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-01-009-02	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	µg/MJ	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/ Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-01-009-03	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	µg/MJ	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/ Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-01-009-08	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	µg/MJ	0.01	1.81	N/A	0.02	0.40
		Madera/ Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-01-009-12	Calor-Entrada ⁽ⁱ⁾	µg/MJ	0.01	1.81	N/A	N/A	N/A
		Madera/ Corteza-Quemado	g/ton	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
	1-01-010-01	Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	1-01-010-02	Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	1-01-012-01	Residuo Municipal-Quemado	g/ton	N/A	N/A	5.00	N/A	N/A
		Residuo solido-Quemado	kg/ton ^(j)	N/A	N/A	N/A	0.12	N/A
1-01-012-02	Residuo Municipal-Quemado	g/ton	N/A	N/A	5.00	N/A	N/A	
1-01-013-02	Petróleo residual-Quemado	kg/m3 ^(k)	N/A	N/A	N/A	0.26	N/A	
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Diésel-Quemado	g/m3 ^(l)	N/A	15.46	N/A	N/A	4.63
		Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	2-01-002-02	Gas natural-Quemado	µg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
	2-01-009-02	Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
Turbinas	2-01-001-01	Combustible-Entrada	µg/m3 ^(m)	4.73	23.65	N/A	6.02	N/A
		Gasolina-Quemado	mg/ton	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A
	2-01-002-01	Combustible-Entrada	µg/m3 ^(m)	N/A	5.16	N/A	N/A	55.89
		Gas natural-Quemado	µg/m3	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A

- (a) Fuente es PNUMA-Hg
 - (b) Valor por homologación.
 - (c) Fuente es Section 1.2, Anthracite Coal Combustion.
 - (d) Fuente es Section 1.1, Bituminous and Subbituminous Coal Combustion.
 - (e) Fuente es Section 1.7, Lignite Combustion.
 - (f) Fuente es Section 1.3, Fuel Oil Combustion.
 - (g) Fuente es Hopkins, K.C. and L.A. Green, CARNOT, Tustin, California. May 1990.
 - (h) Fuente es Section 1.4, Natural Gas Combustion.
 - (i) Fuente es Section 1.6, Wood Residue Combustion.
 - (j) Fuente es Composite. Radian FIRE database 1994 release.
 - (k) Fuente es Section 1.11, Waste Oil Combustion.
 - (l) Fuente es AB2588 Source Test Report for Diesel-fired IC Engine and Diesel-fired Boiler. (Confidential Report No. ERC-93)
 - (m) Fuente es Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation.
- Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2
Fuente: AP42, PNUMA-Hg



TABLA 2-178. FE DIOXINAS Y FURANOS: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	PCDD-F	
Calderas de vapor	1-01-001-01	Carbón-Quemado	µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-001-02		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-01		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-02		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-03		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-04		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-05		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-11		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-12		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-15		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-17		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-18		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-21		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-22		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-23		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-24		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-25		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-26		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-35		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-37		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-002-38		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-00		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-01		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-02		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-03		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-04		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-06		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-16		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-17		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-003-18		µg TEQ/ton	10.0000	
	1-01-004-01		Petróleo residual (No. 5)-Quemado	µg TEQ/ton	2.5000
	1-01-004-05			µg TEQ/ton	2.5000
	1-01-005-01		Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-006-01			µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-006-02			µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-006-04			µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-007-01			µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-007-02			µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-007-04		Gas de alto horno-Quemado	ng TEQ/m3	0.0076

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	PCDD-F
	1-01-009-01	Madera/Corteza-Quemado	µg TEQ/ton	500.0000
	1-01-009-02		µg TEQ/ton	500.0000
	1-01-009-03		µg TEQ/ton	500.0000
	1-01-009-08		µg TEQ/ton	50.0000
	1-01-009-12		µg TEQ/ton	500.0000
	1-01-010-01	Petróleo destilado (No. 1 & 2)-Quemado	µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-010-02		µg TEQ/ton	0.5000
	1-01-012-01	Residuo solido-Quemado	µg TEQ/ton	3500.0000
	1-01-012-02		µg TEQ/ton	3500.0000
	1-01-013-04	Licor negro-Quemado	µg TEQ/ton	0.0300
Motores de generación eléctrica	2-01-002-02	Biogás-Quemado	µg TEQ/m3	0.0061
Turbinas	2-01-002-01		µg TEQ/m3	0.0061

Fuente: PNUMA_PCD.

TABLA 2-179. FE XILENO Y ETILENO: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	1,2-DIBROMO ETANO	DICLORO ETANO	ISÓMEROS DEL XILENO	O-XILENO	PERCLORO-ETILENO	TRICLORO-ETILENO
Calderas de vapor	1-01-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(a)	mg/m3	N/A	N/A	N/A	13.0611	N/A	N/A
	1-01-009-01	Calor-Entrada ^(b)	mg/MJ	0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-01-009-02		mg/MJ	0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-01-009-03		mg/MJ	0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
	1-01-009-08		mg/MJ	0.0236	0.0125	N/A	0.0107	0.0163	0.0129
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Diesel-Quemado ^(c)	g/MJ	N/A	N/A	0.8196	N/A	N/A	N/A
Turbinas	2-01-002-01	Combustible-Entrada ^(d)	mg/m3	N/A	N/A	0.0275	N/A	N/A	N/A

(a): Fuente es EPA, September, 1998, Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(b): Fuente es EPA, September, 2003, Section 1.6, Wood Residue Combustion.

(c): Fuente es AB2588 Source Test Report for Diesel-fired IC Engine and Diesel-fired Boiler. (Confidential Report No. ERC-93).

(d): Fuente es EPA, 2000, Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation.

N/A: No aplica.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42.

TABLA 2-180. FE OTROS: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	ETILBENCENO
Calderas de vapor	1-01-004-01	Petróleo residual (No. 6)-Quemado ^(a)	mg/m3	7.620960847
	1-01-009-01	Calor-Entrada ^(b)	mg/MJ	0.0133276
	1-01-009-02		mg/MJ	0.0133276
	1-01-009-03		mg/MJ	0.0133276
	1-01-009-08		mg/MJ	0.0133276



FUENTE	CCF8	NIVEL DE ACTIVIDAD	UNIDAD	ETILBENCENO
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Diesel-Quemado ^(c)	mg/m3	367.8671352
Turbinas	2-01-002-01	Combustible-Entrada ^(d)	mg/MJ	0.013757523

(a): Fuente es EPA. September, 1998. Section 1.3, Fuel Oil Combustion.

(b): Fuente es EPA. September, 2003. Section 1.6, Wood Residue Combustion.

(c): Fuente es AB2588 Source Test Report for Diesel-fired IC Engine and Diesel-fired Boiler. (Confidential Report No. ERC-93).

(d): Fuente es EPA. 2000. Section 3.1, Stationary Gas Turbines for Electricity Generation.

Para ver parámetros energéticos de los combustibles, ver Sección 4.2

Fuente: AP42.

La Tabla 2-181 presenta los posibles equipos de control a utilizar para cada fuente emisora considerada dentro del rubro de generación energía eléctrica y vapor. Los equipos de control presentados son algunos de los utilizados para las fuentes presentadas, identificados para los CCF8 presentados, lo que no implica que estos sean los únicos que se pueden utilizar en esas fuentes.

TABLA 2-181. POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL A CONSIDERAR: GENERACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y VAPOR

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL POR CCF8	
Calderas de vapor	1-01-001-01	Filtro	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-01-001-02	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-01	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-02	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber venturi
		Quemador de bajo NOx	-
	1-01-002-03	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-04	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	-
	1-01-002-05	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-11	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-12	Filtro	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber venturi
		Quemador de bajo NOx	-
	1-01-002-15	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-17	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-18	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-21	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-22	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-23	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
1-01-002-24	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	
1-01-002-25	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	
1-01-002-26	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica	

FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL POR CCF8	
	1-01-002-35	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-37	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-002-38	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-00	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-01	Filtro	Reducción selectiva no catalítica
		Quemador de bajo NOx	Scrubber húmedo
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-01-003-02	Filtro	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	Scrubber húmedo
	1-01-003-03	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-04	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-06	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-16	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-17	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-003-18	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-004-01	Precipitador electrostático húmedo	Reducción catalítica selectiva
		Precipitador electrostático seco	Reducción selectiva no catalítica
		Quemador de bajo NOx	Scrubber venturi
	1-01-004-05	Precipitador electrostático húmedo	Reducción selectiva no catalítica
		Precipitador electrostático seco	Scrubber venturi
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-01-005-01	Quemador de bajo NOx	Reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-006-01	Quemador de bajo NOx	Reducción selectiva no catalítica
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Scrubber húmedo
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-01-006-02	Quemador de bajo NOx	Reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-006-04	Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	Scrubber húmedo
	1-01-008-01	Filtro	-
	1-01-009-01	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-009-02	Reducción catalítica selectiva	Scrubber húmedo
		Reducción selectiva no catalítica	-
	1-01-009-03	Filtro fabrica	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-
	1-01-009-08	Precipitador electrostático húmedo	Precipitador electrostático seco
	1-01-009-11	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-009-12	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	1-01-012-01	Precipitador electrostático húmedo	Precipitador electrostático seco



FUENTE	CCF8	POSIBLES EQUIPOS DE CONTROL POR CCF8	
Motores de generación eléctrica	2-01-001-02	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	2-01-002-02	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
	2-01-009-02	Reducción catalítica selectiva	Reducción selectiva no catalítica
Turbinas	2-01-001-01	Inyección de agua	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-
	2-01-002-01	Inyección de agua	Reducción selectiva no catalítica
		Reducción catalítica selectiva	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los FE con equipo de control presentados en el AP42.



3. Equipos de abatimiento

Al momento de estimar emisiones de contaminantes es importante considerar la presencia de tecnologías de abatimiento, las cuales suelen instalarse en grandes fuentes puntuales para el control de emisiones. El propósito de los equipos de abatimiento es la reducción de emisiones en un determinado porcentaje, tal como indica la Ecuación 1.

Por lo general, el porcentaje de remoción de cada equipo depende del tipo de contaminante a tratar, de su diseño y condiciones de operación. En esta guía se presentan los valores recomendados y establecidos en las referencias internacionales.

3.1. EQUIPOS DE ABATIMIENTO CONSIDERADOS

Se elaboró un catastro y caracterización de los principales equipos de abatimiento de emisiones utilizados en el país. Se consideraron los siguientes equipos (ver Tabla 3-1):

TABLA 3-1. EQUIPOS DE ABATIMIENTO CONSIDERADOS

CONTAMINANTE CONTROLADO	TIPO DE EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL
COV	Control	Controles adicionales
	Mejora	Antorcha
	Otros tratamientos	Tratamiento de aguas residuales
	Reducción selectiva	Catalítico
	Tratamiento de gas	Recuperación de gas
MP	Cambio Combustible	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo destilado
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo residual
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso
		Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural
		Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo destilado
		Cambio de combustible - Petróleo residual a gas natural
		Cambio de combustible - Petróleo residual a petróleo destilado

CONTAMINANTE CONTROLADO	TIPO DE EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL
MP	Colector	Aglomerador Indigo
		Colector de polvo
		Filtro
		Filtro diésel
		Filtro fábrica
		Filtro papel y colector
		Precipitador electrostático húmedo
		Precipitador electrostático seco
		Scrubber húmedo
		Scrubber venturi
		Ciclón
	Control	Monitoreo - Aumento frecuencia monitoreo MP
		Monitoreo - Mejora CEM y aumento frecuencia monitoreo MP
	Mejora	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón bituminoso
		Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón lignito
		Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón subbituminoso
		Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón bituminoso
		Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón lignito
		Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón subbituminoso
		Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón bituminoso
		Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón lignito
		Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón subbituminoso
	Otros tratamientos	Enfriador para planta de sinterización
		Tratamiento superficial
	Reducción selectiva	Catalítico
		Catalizador
	Tratamiento del carbón	Lavado de carbón



CONTAMINANTE CONTROLADO	TIPO DE EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL
NOx	Combustión de bajas emisiones	Combustión de bajas emisiones
	Control	Ignición retardada Diésel/Petróleo
		Ignición retardada Gasolina
	Inyección	Inyección de agua
		Inyección de oxígeno
		Inyección de oxígeno y agua
		Inyección de vapor
	Mejora	Eficiencia energética
	Modificación	Ajuste ratio aire/combustible
		Cambio de composición
		Impulso eléctrico
	Otros tratamientos	Pre calentamiento de cullet
		Reducción térmica
		Requemado de gas
	Quemador de bajo NOx	Quemador de bajo NOx
		Quemador de bajo NOx y exceso de aire
		Quemador de bajo NOx y recirculación de gas
		Quemador de bajo NOx y reducción catalítica selectiva
		Quemador de bajo NOx y reducción no catalítica selectiva
		Quemador ultra bajo NOx
	Reducción selectiva	Reducción catalítica no selectiva
		Reducción catalítica selectiva
		Reducción catalítica selectiva e inyección de agua
		Reducción catalítica selectiva e inyección de vapor
		Reducción catalítica selectiva regenerativa
		Reducción selectiva no catalítica
		Reducción selectiva no catalítica - Amoniaco
	Reducción selectiva no catalítica - Urea	
Tratamiento del carbón	Requemado de carbón	

CONTAMINANTE CONTROLADO	TIPO DE EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL
SO _x	Absorción	Absorción dual
		Adición absorbente
	Cambio Combustible	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a lignito
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 2
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 4
		Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso
		Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural
		Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a lignito
		Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo n 2
		Cambio de combustible - Petróleo destilado 0.3% S a 0.05% S
		Cambio de combustible - Petróleo n 2 a gas natural
		Cambio de combustible - Petróleo n 4 a gas natural
		Cambio de combustible - Petróleo n 4 a petróleo n 2
		Cambio de combustible - Petróleo n 6 a gas natural
		Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 2
		Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 4
		Cambio de combustible - Petróleo residual 1% S a 0.5% S
		Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 0.2% S
		Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 1% S
	Colector	Scrubber - Desulfurización de gases
		Scrubber alcalino
		Scrubber húmedo
		Sistema de cal
		Sistema de cal en base a caliza
		Sistema de cal en base a magnesio
	Inyección	Inyección sorbente
	Mejora	Eficiencia scrubber
	Modificación	Cambio de fuente de energía
	Reducción selectiva	Catalizador
	Tratamiento de gas	Desulfuración de gas
	Tratamiento del carbón	Lavado de carbón
		Limpieza de carbón física
Limpieza de carbón química		

Fuente: Elaboración propia.



En anexos (Sección 7.4), se proporcionan las definiciones de los equipos de control listados en la Tabla 3-1 y considerados en esta Guía.

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EFICIENCIAS DE ABATIMIENTO

Las principales fuentes bibliográficas para la caracterización de los equipos de abatimiento son:

- EPA Air Pollution Control Cost Manual (US-EPA, 2002)
- Principles and Practices of Air Pollution Control (US-EPA, 2003)
- Air Pollution Control Technology (Schnelle & Brown, 2001)
- Menu of Control Measures for NAAQS Implementation (US EPA, 2012)

Según sea el caso, cada eficiencia de abatimiento está respaldado con la siguiente información:

- Diagrama explicativo del funcionamiento del equipo de abatimiento
- Nivel de incertidumbre
- Limitaciones metodológicas
- Aplicabilidad del factor
- Referencia

Como fuente de información oficial se utilizó el *Menu of Control Measures for NAAQS Implementation* (US EPA, 2012). Este documento proporciona la información oficial de la US-EPA sobre las medidas existentes para reducir emisiones. Su fin es dejar a disposición de otras agencias posibles medidas de reducción para así poder lograr sus estándares de calidad del aire. Si bien este documento fue publicado en 2006, se han publicado diversas versiones incorporando información actualizada de la US-EPA y otras agencias o estudios.

Los anexos digitales contienen las posibles medidas y equipos de control, con detalle de sectores económicos⁴, para fuentes puntuales y no puntuales. Algunos campos relevantes que incluye son:

- Sector
- Fuente
- Nombre de la medida o equipo de reducción de emisiones
- Eficiencia
- Costo efectividad (para los precios del 2006)
- Control de otros contaminantes
- Descripción
- Referencia
- CCF8 de las fuentes donde se aplica el equipo de abatimiento (no disponible en todos los equipos)

Según los antecedentes de eficiencias de abatimiento, se recopilaron valores para MP, NO_x, SO₂ y COV. Estas eficiencias también se homologaron a otros contaminantes bajo ciertos supuestos (ver Sección 2.3).

⁴ Inclusive para algunos equipos de control se indican los CCF8 (fuentes emisoras) sobre los cuales serían aplicables.

En el caso de equipos de abatimiento de MP, la captura de este contaminante es independiente con respecto a la composición química, dado que las partículas se capturan al bulto, y se usa el tamaño de partícula como criterio de referencia para calcular la eficiencia. En este caso, en base al criterio experto del equipo consultor, se utilizó el supuesto de que los equipos de control de MP capturan contaminantes en fase sólida con el mismo porcentaje de remoción del MP. Bajo este supuesto, se homologó la eficiencia de remoción de MP a los siguientes otros contaminantes:

- Metales y otros elementos químicos⁵: Al, Fe, K, Cl, Na, Ti, Cu, P, Zn, Sr, Mn, As, Pb, Ba, Sb, V, Cr, Sn, Ag, Y, Cd, Mo, Se, Ni, Hg, Co.
- Dioxinas y Furanos
- Carbono negro

Por otro lado, en el caso de los COVs, la química del compuesto interfiere con el proceso de captura, pero se puede asumir que las eficiencias de captura son iguales para compuestos similares: todos los compuestos aromáticos se comportan igual (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno). El metano tiene un comportamiento químico apolar (similar al CO₂), es decir, se puede generalizar por tipo de COV. De modo que este supuesto, en base al criterio experto del equipo consultor, se puede aplicar para homologar las eficiencias de remoción de COV a los siguientes otros contaminantes:

- Benceno
- Tolueno
- Etilbenceno
- Xileno
- Etileno
- Metano

A continuación, se presentan las eficiencias de abatimiento levantadas por equipo de control y contaminante. Las eficiencias de abatimiento para otros contaminantes se incluyen en anexos digitales.

- MP (ver Sección 1.3)
- NO_x (ver Sección 1.4)
- SO₂ (ver Sección 1.5)
- COV (ver Sección 1.6)

3.3. EQUIPOS DE CONTROL PARA MATERIAL PARTICULADO

En la Tabla 3-2 se presentan las eficiencias de remoción de MP recopiladas para distintos sistemas de abatimiento.

⁵ Elementos seleccionados son los presentes en la base de datos desarrollada que coinciden con los elementos identificados en el análisis químico del MP en el estudio "Antecedentes para elaborar el plan de descontaminación atmosférica de la ciudad de Calama y su área circundante" (GreenLab-Dictuc, 2019).



TABLA 3-2. EFICIENCIAS DE ABATIMIENTO PARA MP (%)

TIPO EQUIPO CONTROL	EQUIPO CONTROL	EFICIENCIA
Cambio de combustible	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural	93.1
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo destilado	99.1
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo residual	7.4
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso	21.4
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural	91.2
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo destilado	98.8
	Cambio de combustible - Petróleo residual a gas natural	93
	Cambio de combustible - Petróleo residual a petróleo destilado	98.8
Colector	Aglomerador Indigo	40
	Colector de polvo	99
	Filtro	97.45
	Filtro diésel	85
	Filtro fabrica	99
	Filtro papel y colector	99
	Precipitador electrostático húmedo	99.5
	Precipitador electrostática seco	99.5
	Scrubber húmedo	90
	Scrubber venturi	90
Control	Ciclón	99
	Monitoreo - Aumento frecuencia monitoreo MP	6.5
	Monitoreo - Mejora CEM y aumento frecuencia monitoreo MP	7.7
Mejora precipitador electrostático	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón bituminoso	5
	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón lignito	1
	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón subbituminoso	12
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón bituminoso	10
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón lignito	2
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón subbituminoso	25
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón bituminoso	20
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón lignito	5
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón subbituminoso	50
Otros tratamientos	Enfriador para planta de sinterización	99
	Tratamiento superficial	60
Reducción selectiva	Catalítico	83
	Catalizador	20
Tratamiento del carbón	Lavado de carbón	45

Fuente: Elaboración propia a partir de (US EPA, 2012).

3.4. EQUIPOS DE CONTROL PARA ÓXIDOS DE NITRÓGENO

La Tabla 3-3 presenta las eficiencias de remoción de NOx para distintos sistemas de abatimiento.

TABLA 3-3. EFICIENCIAS DE ABATIMIENTO PARA NOx (%)

TIPO EQUIPO CONTROL	EQUIPO CONTROL	EFICIENCIA
Combustión de bajas emisiones	Combustión de bajas emisiones	87
Control	Ignición retardada Diésel/Petróleo	25
	Ignición retardada Gasolina	20
Inyección	Inyección de agua	74.4
	Inyección de oxígeno	85
	Inyección de oxígeno y agua	65
	Inyección de vapor	80
Mejora	Eficiencia energética	25
Modificación	Ajuste ratio aire/combustible	20
	Cambio de composición	32.5
	Impulso eléctrico	10
Otros tratamientos	Pre calentamiento de cullet	25
	Reducción térmica	81
	Requemado de gas	50
Quemador de bajo NOx	Quemador de bajo NOx	50
	Quemador de bajo NOx y exceso de aire	60
	Quemador de bajo NOx y recirculación de gas	60
	Quemador de bajo NOx y reducción catalítica selectiva	90
	Quemador de bajo NOx y reducción no catalítica selectiva	80
	Quemador ultra bajo NOx	74
Reducción selectiva	Reducción catalítica no selectiva	90
	Reducción catalítica selectiva	85
	Reducción catalítica selectiva e inyección de agua	95
	Reducción catalítica selectiva e inyección de vapor	95
	Reducción catalítica selectiva regenerativa	75
	Reducción selectiva no catalítica	50
	Reducción selectiva no catalítica - Amoniaco	55
	Reducción selectiva no catalítica - Urea	55
Tratamiento del carbón	Requemado de carbón	50

Fuente: Elaboración propia a partir de (US EPA, 2012).



3.5. EQUIPOS DE CONTROL PARA DIÓXIDO DE AZUFRE

En la Tabla 3-4 se presentan las eficiencias de remoción de SO₂ recopiladas para distintos sistemas de abatimiento.

TABLA 3-4. EFICIENCIAS DE ABATIMIENTO PARA SO₂ (%)

TIPO EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL	EFICIENCIA
Absorción	Absorción dual	99
	Adición absorbente	70
Cambio de combustible	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural	99.9
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a lignito	80
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 2	91
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 4	47
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso	73
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural	99.9
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a lignito	27
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo n 2	70
	Cambio de combustible - Petróleo destilado 0.3% S a 0.05% S	84
	Cambio de combustible - Petróleo n 2 a gas natural	99.7
	Cambio de combustible - Petróleo n 4 a gas natural	99.9
	Cambio de combustible - Petróleo n 4 a petróleo n 2	84
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a gas natural	99.9
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 2	92
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 4	46
	Cambio de combustible - Petróleo residual 1% S a 0.5% S	50
	Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 0.2% S	94
	Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 1% S	67
	Colector	Scrubber - Desulfurización de gases
Scrubber alcalino		97
Scrubber húmedo		94.95
Sistema de cal		90
Sistema de cal en base a caliza		83
Sistema de cal en base a magnesio		75
Inyección	Inyección sorbente	40
Mejora	Eficiencia scrubber	98.45

TIPO EQUIPO CONTROL	EQUIPO DE CONTROL	EFICIENCIA
Modificación	Cambio de fuente de energía	99
Reducción selectiva	Catalizador	42.5
Tratamiento de gas	Desulfuración de gas	97.25
Tratamiento del carbón	Lavado de carbón	35
	Limpieza de carbón física	25
	Limpieza de carbón química	67.5

Fuente: Elaboración propia a partir de (US EPA, 2012).

3.6. EQUIPOS DE CONTROL PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

En la Tabla 3-5 se presentan las eficiencias de remoción de COV recopiladas para distintos sistemas de abatimiento.

TABLA 3-5. EFICIENCIAS DE ABATIMIENTO PARA COV (%)

TIPO EQUIPO CONTROL	EQUIPO CONTROL	EFICIENCIA
Control	Controles adicionales	64
Mejora	Antorcha	98
Otros tratamientos	Tratamiento de aguas residuales	65
Reducción selectiva	Catalítico	39.9
Tratamiento de gas	Recuperación de gas	70

Fuente: Elaboración propia a partir de (US EPA, 2012).



4. Caracterización de los Combustibles

A continuación, se establecen los principales parámetros y características de los combustibles utilizados por el sector industrial a nivel nacional. En particular, la sección aborda las siguientes temáticas:

- Combustibles caracterizados
- Parámetros combustibles
- Homologación entre combustibles

En la Sección 4.1 se presentan los combustibles del Balance Nacional de Energía 2017 (BNE), los que se utilizan como base. En la segunda, se exponen los parámetros recopilados de los combustibles del BNE. Finalmente, en la tercera subsección se presenta una homologación de los combustibles CCF8 a los del BNE.

Los parámetros levantados son representativos de los combustibles usados en Chile.

4.1. COMBUSTIBLES CARACTERIZADOS

Para la caracterización se utilizan como base los combustibles definidos por el Ministerio de Energía en el Balance Nacional de Energía 2017, los que se presentan en la Tabla 4-1.

TABLA 4-1. COMBUSTIBLES A CARACTERIZAR

COMBUSTIBLES BNE
Petróleo Crudo (Importado o nacional)
Petróleo Combustible 5
Petróleo Combustible IFO 180
Petróleo Combustible 6
Nafta
Gas Licuado de Petróleo
Gasolina Motor
Gasolina de Aviación
Kerosene de Aviación
Kerosene Doméstico
Petróleo Diésel
Gas Natural
Biomasa
Carbón Mineral
Coque (de petróleo)
Biogás

COMBUSTIBLES BNE
Coque Mineral
Gas de Refinería
Gas de Coque
Gas de alto horno

Fuente: (Ministerio de Energía, 2018).

4.2. PARÁMETROS DE COMBUSTIBLES

A continuación, se presentan los parámetros levantados de los combustibles a caracterizar. Por otro lado, en la Tabla 4-3 está la densidad, poder calorífico inferior, poder calorífico superior y contenido de carbono. Cabe mencionar que para el cálculo de ciertos factores de emisión asociados a combustión se utiliza el valor energético del combustible utilizado, como se puede observar en varias de las tablas presentadas en la Sección 2. Para la estimación de estos factores, la EPA utiliza los valores de poder calorífico superior (PCS), mientras que el IPCC utiliza el poder calorífico inferior (PCI).

Por otro lado, en la Tabla 4-4 se presenta el contenido de azufre máximo y el contenido de cenizas máximo, ambos para la Región Metropolitana (RM) y para las otras regiones del país, pues se presentan diferencias en algunos casos.

No todos los combustibles se pueden caracterizar con estos parámetros, dado que no presentan esta característica. En estos casos se indica N/A (no aplica). Los combustibles que requieren necesariamente de ciertos parámetros se presentan en la Tabla 4-2.

TABLA 4-2. PARÁMETROS REQUERIDOS PARA CÁLCULO DE FE

PARÁMETRO REQUERIDO	COMBUSTIBLE
Contenido de ceniza	Carbón Mineral
	Coque Mineral
	Petróleo combustible 5
	Petróleo combustible 6
Contenido de carbono	Carbón Mineral
Contenido de humedad	Carbón Mineral
	Carbón Mineral
Contenido de azufre	Gas Licuado de Petróleo
	Gasolina de aviación
	Petróleo Diésel
	Gas de refinería
	Coque Mineral
	Gas natural
	Petróleo crudo (importado o nacional)
	Petróleo combustible 5
	Petróleo combustible 6

Fuente: Elaboración propia..



TABLA 4-3. PARÁMETROS COMBUSTIBLES

COMBUSTIBLE BNE	DENSIDAD, ton/m ³		PODER CALORÍFICO		CONTENIDO DE CARBONO	
	BNE 2017 ⁽¹⁾	IPCC, 2006 ⁽²⁾	INFERIOR, kcal/kg	SUPERIOR, kcal/kg	POR DEFECTO, kg/GJ	IPCC, 2006 ⁽²⁾
Petróleo Crudo Nacional	0.8245 ^(*)	10,106	10,106	10,963 ^(*)	20.0	
Petróleo Crudo Importado	0.855	10,106	10,106	10,860	20.0	
Petróleo Combustible 5	0.927	9,652	9,652	10,500	N/A	
Petróleo Combustible IFO 180	0.936	N/A	N/A	10,500	N/A	
Petróleo Combustible 6	0.945	9,652	9,652	10,500	21.1	
Nafta	0.7	10,631	10,631	11,500	20	
Gas Licuado	0.55	11,300	11,300	12,100	17.2	
Gasolina Motor	0.73	10,583	10,583	11,200	18.9	
Gasolina de Aviación (Jet A/A1)	0.7	10,583	10,583	11,400	19.1	
Kerosene de Aviación	0.81	10,536	10,536	11,100	19.6	
Kerosene	0.81	10,464	10,464	11,100	19.5	
Petróleo Diésel A1 o B1 (vehicular)	0.84	10,273	10,273	10,900	20.2	
Petróleo Diésel B2 (no vehicular o industrial)	0.84	10,273	10,273	10,900	N/A	
Gas Natural Procesado	0.000759 ^{(3), (4)}	11,467	11,467	9,341 ^(**)	15.3	
Biomasa	0.28 ^{(5), (6)}	2,771	2,771	3,500	27.9	
Carbón	1.72 ^{(7), (8)}	6,379	6,379	7,000	26.6	
Coque (de petróleo)	1.11	7,764	7,764	S/I	26.6	
Biogás	0.000759 ⁽⁹⁾	12,041	12,041	5,600 ^(**)	19.3	
Gas de Refinería	0.000759 ⁽⁹⁾	11,826	11,826	4,260 ^(**)	15.7	
Gas de Coque	0.000759 ⁽⁹⁾	6,737	6,737	4,550 ^(**)	29.2	
Gas de alto horno	0.000759 ⁽⁹⁾	590	590	720 ^(**)	70.8	

N/A: No aplica este parámetro para el combustible.

S/I: Sin información.

(*) Promedio Isla, Continente y Costa Afuera.

(**) kcal/m³. Condiciones estándar.

Debido a que el PCI es dado por el IPCC en unidades de masa para los gases (kcal/kg), cada establecimiento deberá usar la densidad correspondiente para transformar a unidades de volumen (kcal/m³).

1) Ministerio de Energía, 2018b.

2) IPCC, 2006b.

3) Gandhidasan, Al-Farayedhi, & Al-Mubarak, 2001.

4) En condiciones de 2-10 MPa de presión y temperatura de 40°C.

5) (Francescato, Antonini, & Zuccoli Bergomi, 2008).

6) Promedio de las densidades aparentes de astillas de árboles "haya" y "píceas y abeto" con un 30% de humedad.

7) (Quijandría & Aramburu, 2016).

8) Densidad real con promedio de muestras en base seca de 0.78% de humedad. Densidad aparente: 1.3 ton/m³.

9) Se asume la misma densidad del gas natural procesado.

TABLA 4-4. PARÁMETROS COMBUSTIBLES, CONTINUACIÓN

COMBUSTIBLE	S, PPM, MÁX. RM	S, PPM, MÁX. OTRAS REGIONES	A, %, MÁX. RM	A, %, MÁX. OTRAS REGIONES
Petróleo Crudo (Importado o nacional)	1.4% ⁽¹⁾	1.4% ⁽¹⁾	N/A	N/A
Petróleo Combustible 5	1% m/m ^(*) , ⁽²⁾	3% m/m ⁽²⁾	0.05% m/m ^(*) , ⁽²⁾	0.1 ⁽²⁾
Petróleo Combustible 6	1% m/m ^(*) , ⁽²⁾	3% m/m ⁽²⁾	0.05% m/m ^(*) , ⁽²⁾	N/A
Gas Licuado	100 ⁽³⁾	150 ⁽²⁾	N/A	N/A
Gas Licuado para Combustión Catalítica	50 ⁽⁴⁾	50 ⁽⁴⁾	N/A	N/A
Gasolina Motor	15 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾	N/A	N/A
Gasolina de Aviación (Jet A/A1)	400-800 ⁽⁵⁾	400-800 ⁽⁵⁾	N/A	N/A
Kerosene de Aviación	0.03% m/m ^(*) , ⁽²⁾	0.03% m/m ^(*) , ⁽²⁾	N/A	N/A
Kerosene	50 ⁽²⁾	100 ⁽²⁾	N/A	N/A
Petróleo Diésel A1 o B1 (vehicular)	15 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾	0.01 ⁽²⁾	0.01 ⁽²⁾
Petróleo Diésel B2 (no vehicular o industrial)	50 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾	N/A	N/A
Gas Natural Procesado	65 mg/m ³ ^(*) , ⁽⁶⁾	65 mg/m ³ ^(*) , ⁽⁶⁾	N/A	N/A
Carbón	1% - 3% m/m ^(*) , ⁽⁷⁾	1% - 3% m/m ^(*) , ⁽⁷⁾	3% - 49% m/m ^(*) , ⁽⁷⁾	3% - 49% m/m ^(*) , ⁽⁷⁾
Coque (de petróleo)	1-10% m/m ^(*) , ⁽⁸⁾	1-10% m/m ^(*) , ⁽⁸⁾	0.1-0.3 % m/m ^(*) , ⁽⁸⁾	0.1-0.3 % m/m ^(*) , ⁽⁸⁾
Gas de Refinería	1.5-100 mg/kg ^(*) , ⁽⁹⁾	1.5-100 mg/kg ^(*) , ⁽⁹⁾	N/A	N/A

N/A: No aplica este parámetro para el combustible.

S: Contenido de azufre.

A: Contenido de cenizas (*ash content*).

(*) La forma de medición se explica a continuación de la tabla.

1. U.S. Energy Information Administration (EIA), <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=mcrs1us2&f=a>
2. Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), <https://www.enap.cl/>
3. DS 31/2017 del Ministerio del Medio Ambiente.
4. DE 361 del Ministerio de Economía, NCh 72.
5. MIT, Partnership for Air Transportation Noise and Emissions Reduction (Partner). <http://partner.mit.edu/projects/environmental-cost-benefit-analysis-ultra-low-sulfur-jet-fuels>
6. Res. 193/2009/Ministerio Economía (NCh 2264:2009).
7. (Schweinfurth, 2009).
8. (Tripathi, Singh, & Hills, 2019).
9. (Bajia, Singh, Bajia, & Kumar, 2017).

4.2.1. Contenido azufre petróleo combustible 5 y 6

Para el contenido de azufre del petróleo combustible 5 y 6, el método de ensayo ASTM para determinar este valor es el D4294⁶. Este método abarca la determinación del contenido total de azufre en petróleo y sus derivados que son líquidos a temperatura ambiente, que se pueden licuar con la aplicación moderada de calor, o aquellos solubles en hidrocarburos. Entre estos combustibles se encuentra el combustible diésel, la gasolina sin plomo, el kerosene, entre otros (American Society for Testing and Materials, n.d.-d).

⁶ Método estandarizado de prueba para la determinación de azufre en petróleo y productos del petróleo por espectrometría de fluorescencia de rayos X mediante la dispersión de energía.



4.2.2. Contenido azufre gas de refinería

En el caso del gas de refinería, el azufre se puede medir con el método ASTM D3246⁷. Este método cubre la determinación del azufre en el rango de 1.5 a 100 mg/kg (ppm en masa) en peso en productos de hidrocarburos que a temperatura y presión ambiente normales son gaseosos (American Society for Testing and Materials, n.d.-b). Además, se puede medir con el método ASTM D6667⁸, el que abarca la determinación del azufre volátil total en hidrocarburos gaseosos que pertenezcan al rango de 1mg/kg a 100 mg/kg y gases licuados de petróleo (GLP) en el rango de 1 mg/kg a 196 mg/kg (American Society for Testing and Materials, n.d.-h).

4.2.3. Contenido azufre kerosene de aviación

Para medir el contenido de azufre del kerosene de aviación se puede utilizar el método ASTM D5453⁹, el que permite determinar el azufre total en hidrocarburos líquidos, con un intervalo de ebullición de aproximadamente 25°C a 400°C (American Society for Testing and Materials, n.d.-f).

4.2.4. Contenido azufre gas natural

El contenido de azufre del gas natural se puede determinar con la prueba ASTM D5504¹⁰ (FLORIDA POWER & LIGHT COMPANY, 2004). Este método de prueba se utiliza para la determinación de compuestos volátiles especiados que contienen azufre en combustibles gaseosos con alto contenido de metano, como el gas natural. El rango de detección va de 0.01 a 1,000 mg/m³, basado en el análisis de una muestra de 1 centímetro cúbico (cc) (American Society for Testing and Materials, n.d.-g).

4.2.5. Contenido azufre carbón mineral y coque mineral

El contenido total de azufre del carbón y el coque se puede medir utilizando el método de prueba ASTM D4239¹¹, el que cubre la determinación de azufre en muestras de carbón o coque en un horno de tubo a alta temperatura (American Society for Testing and Materials, n.d.-c).

4.2.6. Contenido de cenizas

A continuación, se analizan los casos de %m/m para el contenido de cenizas. Para el petróleo combustible 5 y 6, se puede medir con el método de prueba ASTM D482¹². Este se utiliza para determinar el contenido de ceniza en el rango de 0.001 a 0.18% en masa de combustibles destilados y residuales, combustibles de turbinas a gas, aceites crudos, entre otros derivados del petróleo. Este método se limita a productos derivados del petróleo que estén libres de aditivos que generen ceniza, incluyendo ciertos compuestos fosforados (American Society for Testing and Materials, n.d.-e).

⁷ Método de prueba estándar para azufre en gas de petróleo por microcoulometría oxidativa.

⁸ Método de prueba estándar para la determinación del azufre volátil total en hidrocarburos gaseosos y gases de petróleo licuado por fluorescencia ultravioleta.

⁹ Método de prueba estándar para la determinación del azufre total en hidrocarburos ligeros, combustible de motor de encendido por chispa, combustible de motor diésel y aceite de motor por fluorescencia ultravioleta.

¹⁰ Método de prueba estándar para la determinación de compuestos de azufre en gas natural y combustibles gaseosos mediante cromatografía de gases y quimioluminiscencia.

¹¹ Método de prueba estándar para azufre en la muestra de análisis de carbón y coque usando combustión en horno de tubo a alta temperatura.

¹² Método de prueba estándar para determinar la cantidad de ceniza en productos derivados del petróleo.

El contenido de cenizas del carbón y el coque se pueden determinar utilizando el método de prueba ASTM D3174¹³. La ceniza, según este método, es el residuo que queda después de quemar el carbón y el coque. La incineración provoca la expulsión de toda el agua de las muestras (American Society for Testing and Materials, n.d.-a).

4.2.7. Contenido de humedad

Por otro lado, se debe considerar el contenido de humedad, el que aplica solo para la biomasa y el carbón. La biomasa tiene una humedad de 30% (Francescato et al., 2008), mientras que el carbón posee una humedad promedio de 0.78% (Quijandría & Aramburu, 2016).

4.3. HOMOLOGACIÓN ENTRE COMBUSTIBLES

Se realiza una homologación entre los combustibles del AP42 (CCF8) con los combustibles del BNE, con el fin de poder utilizar los parámetros ya levantados en el cálculo de los factores de emisión que los requieran (ver Sección 3. de factores de emisión). Esta homologación se expone en la Tabla 4-5.

TABLA 4-5. HOMOLOGACIÓN COMBUSTIBLES AP42 - BNE

TIPO COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE CCF8	COMBUSTIBLE BNE	JUSTIFICACIÓN ASIGNACIÓN
Biomasa	Bagazo	Biomasa	Corresponde a biomasa
	Biomasa	Biomasa	Mismo nombre
	Licor negro	Biomasa	Corresponde a biomasa
	Madera/Corteza	Biomasa	Corresponde a biomasa
Carbón	Carbón Antracita	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Carbón subbituminoso	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Lignito	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Coque	Coque Mineral	Mismo nombre
Gas	Biogás	Biogás	Mismo nombre
	Gas	Gas natural procesado	Mismo nombre
	Gas de proceso	Gas de Refinería	Corresponde a gas de refinería
	Gas natural	Gas natural procesado	Mismo nombre
GLP	Butano	Gas Licuado de Petróleo	Gas licuado está compuesto de butano
	GLP	Gas Licuado de Petróleo	Mismo nombre
	Propano	Gas Licuado de Petróleo	Gas licuado está compuesto de propano
Petróleo	Petróleo	Petróleo crudo (importado o nacional)	Mismo nombre
	Petróleo crudo	Petróleo crudo (importado o nacional)	Mismo nombre

¹³ Método de prueba estándar para cenizas en la muestra de análisis de carbón y coque de carbón.

TIPO COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE CCF8	COMBUSTIBLE BNE	JUSTIFICACIÓN ASIGNACIÓN
Petróleo destilado	Diésel	Petróleo Diésel	Mismo nombre
	Gasolina	Gasolina Motor	Mismo nombre
	Kerosene	Kerosene	Mismo nombre
	Petróleo destilado	Petróleo Diésel	Diésel es petróleo destilado
	Petróleo destilado (No. 2)	Petróleo Diésel	Petróleo No. 2 corresponde a diésel
Petróleo residual	Petróleo residual	Petróleo Combustible 5	Corresponde a una mezcla de petróleo residual
	Petróleo residual (No. 6)	Petróleo Combustible 6	Mismo nombre
Residuo	Residuo	Sin cruce	N/A
	Residuo medico	Sin cruce	N/A
	Residuo solido	Sin cruce	N/A

N/A: No aplica.

Fuente: Elaboración propia.

Además, se realiza una homologación entre los combustibles de Impuestos Verdes con aquellos del BNE, lo que se presenta en la Tabla 4-6, junto con la justificación de esta asignación.

TABLA 4-6. HOMOLOGACIÓN COMBUSTIBLES IMPUESTOS VERDES – BNE

TIPO COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE IMPUESTO VERDE	COMBUSTIBLE BNE	JUSTIFICACIÓN ASIGNACIÓN
Biomasa	Aserrín	Biomasa	Corresponde a biomasa
	Biomasa combustible	Biomasa	Mismo nombre
	Leña	Biomasa	Corresponde a biomasa
	Licor negro	Biomasa	Corresponde a biomasa
	Viruta, despuntes	Biomasa	Corresponde a biomasa
Carbón	Carbón bituminoso	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Carbón bituminoso pulverizado	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Carbón sub bituminoso	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Carbón coke	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Carbón de leña	Carbón Mineral	Corresponde a carbón
	Coque	Coque Mineral	Mismo nombre
Gas	Biogás	Biogás	Mismo nombre
	Gas de alto horno	Gas de alto horno	Mismo nombre
	Gas de cañería	Gas Natural Procesado	Corresponde a gas natural procesado
	Gas de refinería	Gas de Refinería	Mismo nombre
	Gas natural	Gas Natural Procesado	Mismo nombre

TIPO COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE IMPUESTO VERDE	COMBUSTIBLE BNE	JUSTIFICACIÓN ASIGNACIÓN
GLP	Gas licuado de petróleo	Gas Licuado de Petróleo	Mismo nombre
	Butano	Gas Licuado de Petróleo	Gas licuado está compuesto de butano
	Propano	Gas Licuado de Petróleo	Gas licuado está compuesto de propano
Petróleo destilado	Bencina	Gasolina Motor	Mismo nombre
	Kerosene	Kerosene	Mismo nombre
	Petróleo n 2 (diésel)	Petróleo Diésel	Mismo nombre
	Bunker	Petróleo Combustible IFO 180	Corresponde a combustible IFO 180
Petróleo residual	Petróleo n 5	Petróleo Combustible 5	Mismo nombre
	Petróleo n 6	Petróleo Combustible 6	Mismo nombre
Residuo	Combustible sólido alternativo	Sin cruce	N/A
	Petróleo usado	Sin cruce	N/A
Otros	Metanol	Sin cruce	N/A
	Tall oil	Sin cruce	N/A
	Trementina	Sin cruce	N/A

N/A: No aplica.

Fuente: Elaboración propia.



5. Metodología para estimación de factores de emisión locales

Para proponer una metodología para el desarrollo de factores de emisión nacionales para contaminantes locales y gases de efecto invernadero, se revisó el documento *“Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the WebFIRE Database”* (US-EPA, 2013), cuyo propósito se presenta en la Sección 1, y es el siguiente:

“Describir los procedimientos, criterios de evaluación de información y herramientas asociadas, y sistema de gestión de la información que la US-EPA recomienda para el desarrollo de factores de emisión de contaminantes atmosféricos para unidades o procesos de emisión estacionarios” (US-EPA, 2013).

A partir del documento de la US-EPA *“Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the WebFIRE Database”* (US-EPA, 2013), se propone una adaptación de esta metodología para aplicarla en la medición de factores de emisión a nivel nacional.

A continuación, se presenta la metodología para estimar un factor de emisión a nivel local, la cual consiste en 3 pasos obligatorios:

1. Definición del factor de emisión a partir del ratio de emisiones y nivel de actividad
2. Medición de emisiones
3. Determinación de nivel de actividad asociado a emisiones medidas

Adicionalmente, se dan ciertas recomendaciones que deben considerarse al momento de estimar un factor de emisión

Finalmente, se incluye un proceso voluntario para determinar cualitativamente la calidad del factor de emisión estimado. La calidad del factor hace referencia, de manera subjetiva, a las incertidumbres, sesgos y errores muestrales involucrados en la estimación del factor de emisión.

5.1. ESTIMACIÓN FACTOR DE EMISIÓN

5.1.1. Definición factor de emisión

En primer lugar, se define qué es un factor de emisión. De manera sencilla, es una **razón de masa de contaminantes emitidos por unidad de actividad que genera dichas emisiones**. Por ejemplo, masa de contaminante emitido por masa de combustible quemado. Los factores de emisión son utilizados para estimar la cantidad de emisiones de contaminantes atmosféricos de un proceso o actividad, cuando medirlas directamente resulta complejo y costoso. Las emisiones se miden con la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Factor de emisión

$$FE = \frac{E}{NA}$$

Donde:

FR = factor de emisión,

E = emisión (masa de contaminante emitido),

NA = nivel de actividad (masa de combustible quemado por unidad de tiempo).

5.1.2. Obtención de mediciones de emisiones

En cuanto a las pruebas de emisiones, una prueba de rendimiento representa la recopilación cuantitativa de datos de medición de emisiones de un proceso o actividad mediante la ejecución de un método de prueba, que generalmente consta de tres o más pruebas separadas. En este sentido, se puede definir un valor de datos de prueba individual, el que corresponde al valor de emisiones promedio, expresado como una masa de emisiones contaminantes por unidad de actividad, calculado en base a los resultados de múltiples pruebas realizadas durante una única prueba de emisiones.

La EPA, en particular el Air Emission Measurement Center (EMC) tiene promulgados 138 métodos de prueba. En la Tabla 5-1 se presentan algunos de estos métodos definidos.

TABLA 5-1. MÉTODOS DE PRUEBA

MÉTODO	TÍTULO
Método 2E	Tasa de flujo de producción de gas de vertedero
Método 3A	Concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono - Instrumental
Método 3B	Concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono - Analizador Orsat
Método 5	Material particulado - Fuentes estacionarias
Método 6	Dióxido de azufre - Fuentes estacionarias
Método 6A	Dióxido de azufre y dióxido de carbono
Método 16	Azufre - Determinación semicontinua
Método 23	Dioxinas y furanos
Método 26A	Haluro de hidrógeno y halógeno: método isocinético
Método 202	Material particulado condensable

Fuente: <https://www.epa.gov/emc/emc-promulgated-test-methods>

Dado que las mediciones directas son difíciles de obtener, es que existen métodos para estimarlas, como el balance de masa.



5.1.2.1. Balances de masa

Las emisiones de una actividad o proceso en particular se pueden determinar mediante un balance de masa. Este método será factible y más fácil de realizar si es que existe la forma de medir y cuantificar las entradas y salidas de materiales en el sistema al cual se requiera medir las emisiones.

Por ejemplo, el dióxido de carbono (CO₂) emitido en un proceso de combustión de un combustible se puede estimar con una relación estequiométrica de los químicos reactantes (como el carbono contenido en el combustible y oxígeno en el aire de la combustión), la cantidad de cada reactante que se consume en el proceso y la cantidad de carbono remanente en los residuos (por ejemplo, cenizas).

5.1.2.2. Medición directa en chimenea

Las emisiones de fuentes puntuales se pueden medir directamente a partir de la concentración ambiental y caudal de salida en los gases de salida monitoreados en chimeneas. El manual para el desarrollo de inventarios de emisiones propone una metodología para la estimación de emisiones en calderas mediante este método (MMA, 2017).

Se debe tener en consideración que los métodos de medición continua utilizados para medir concentración de salida en chimeneas pueden ser más inciertos que otros métodos para estimar emisiones, como balance de masa o filtros.

5.1.2.3. Medición por filtros

Mediante filtros de diversos materiales se pueden capturar las sustancias sólidas presentes en el aire, para determinar su masa y composición química. Lo anterior permite estimar emisiones en un periodo acotado de tiempo.

Se puede determinar las emisiones de material particulado y sustancias tóxicas en estado sólido mediante análisis gravimétrico en filtros de microfibras de cuarzo o vidrio. Para esto se mide la masa de partículas retenidas en el filtro. Se debe tener en consideración que existen diversas normativas que regulan y estandarizan la medición mediante filtros.

5.1.3. Obtención de nivel de actividad asociado

Los datos de actividad utilizados para desarrollar factores de emisión son parámetros que influyen directamente en la calidad y cantidad de emisiones de un proceso. Por lo general, los datos de actividad son recopilados durante una prueba de emisión para verificar que el proceso esté operando al nivel de producción deseado. Los datos de actividad son típicamente expresados en términos de entrada o salida al proceso, por unidad de tiempo¹⁴.

¹⁴ Por ejemplo, toneladas de cemento producidas por hora.

El nivel de actividad corresponde a lo declarado por cada empresa que deba reportar sus emisiones, por ejemplo, cantidad de combustible consumido en un cierto periodo de tiempo. Se debe tener especial consideración que los datos de emisiones y nivel de actividad estimados, utilizados ambos para estimar el factor de emisión, deben coincidir en espacio temporal y geográfico.

5.2. RECOMENDACIONES PARA ESTIMACIÓN DE UN FACTOR DE EMISIÓN LOCAL

Se establecen las siguientes recomendaciones generales que deben seguirse para la estimación de un factor de emisión local:

- Procedimiento de testeo debe realizarse por agencia, laboratorio o mediante equipos certificados o acreditados bajo normas para realizar procedimientos de medición de emisiones
- Reportar descripción detallada de la prueba de medición emisiones y nivel de actividad, conteniendo al menos los siguientes puntos:
 - o Fecha y hora inicio
 - o Fecha y hora termino
 - o Ubicación geográfica
 - o Condiciones de operación
 - Parámetros de temperatura, presión y humedad
 - Descripción detallada de la fuente emisora
 - Por ejemplo, potencia máxima de operación
 - Nivel de utilización
 - Por ejemplo, potencia operativa o tasa de quemado durante la prueba
 - Equipos de abatimiento instalados en la fuente emisora
 - Otros factores que pueden influir en la medición de emisiones o nivel de actividad
- Reportar totalidad de datos recopilados y no solo promedio medido. Las desviaciones frente al promedio entregan mayor información respecto a la estimación
- Reportar unidad de medición original de parámetros estimados
- Calibrar equipos de medición previo a prueba y reportar rango de medición de estos
- Incluir notas de la prueba y factores que pueden tener alguna influencia en las mediciones realizadas
- Incluir diagrama de flujo de proceso de medición
- Generar pruebas duplicadas o múltiples
- Incluir certificados de medición de equipos
- Reportar análisis de representatividad del factor de emisión a escala nacional según su actividad específica
- Reportar cantidad de fuentes individuales contenidas en la fuente emisora agregada que se está midiendo



5.3. ENFOQUE PARA EVALUAR INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL FACTOR DE EMISIÓN

El fin de reportar la incertidumbre asociado a un factor de emisión es valorar el nivel de confianza utilizado para la estimación de emisiones atmosféricas. A nivel cualitativo, la confiabilidad de un factor de emisión se basa en:

- Calidad de los datos utilizados para su cálculo
- Representatividad para su uso en otras fuentes nacionales
- Método utilizado para medir emisiones
- Condiciones reales de operación en la prueba
- Cantidad de pruebas realizadas para determinar el factor de emisión
- Cantidad de equipos e instalaciones diferentes utilizadas para determinar el factor de emisión

A modo de referencia, la Tabla 5-2 presenta la clasificación dada por la EPA para los factores de emisión presentados en el AP42. Este código clasifica la validez del factor de emisión en una escala alfabética, utilizando A para indicar la mayor validez y E la menor

TABLA 5-2. CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DE LA CALIDAD DE LOS DATOS Y CALIDAD DEL FACTOR DE EMISIÓN PROPUESTO POR LA EPA

ESCALA	CALIDAD DE LOS DATOS	CALIDAD DEL FACTOR DE EMISIÓN
A	Tests se realizan con metodología científica establecida y presentan suficientes detalles para su validación	Excelente: El factor fue desarrollado con datos de escala A o B y ha sido validado en una población lo suficientemente grande para minimizar la varianza
B	Tests se realizan con una metodología general, y no presentan suficientes detalles para su validación	Sobre el promedio: El factor fue desarrollado con datos de escala A o B, pero la población no es lo suficientemente grande o homogénea
C	Tests se realizan con una metodología sin validación o los datos se presentan de manera muy general	Promedio: El factor fue desarrollado con datos de escala A, B o C; pero la población no es lo suficientemente grande o homogénea
D	Tests se realizan con un método sin validez, pero que sirve para dar un orden de magnitud al valor	Mala: El factor fue desarrollado con datos de escala A, B o C; y la validez fue realizada en una población baja y sesgada
E	-	Pobre: El factor fue desarrollado con datos de escala C o D, y la validez fue realizada en una población baja y sesgada

Fuente: Elaboración propia en base a (EPA-AP42, 1995)

De manera cualitativa se puede evaluar la calidad de los datos y calidad del factor de emisión utilizando la escala propuesta por la EPA (EPA-AP42, 1995), teniendo en cuenta los factores que influyen en la confiabilidad del factor de emisión y las recomendaciones para su estimación (ver Sección 5.2).

Para el caso en que el factor de emisión local se desarrolle a partir de múltiples pruebas de medición representativas de la realidad nacional, se puede realizar una evaluación en base a:

- Evaluación del número de fuentes individuales en la categoría de fuente para la cual se está desarrollando el factor en cuestión.
- Calificación cualitativa de la calidad de los datos utilizados en cada prueba
- Número de valores de datos de pruebas individuales utilizados para el cálculo de los factores de emisiones.

La EPA propone un método basado numérico y subjetivo, basado en encuestas del procedimiento utilizado para medir el factor de emisión, para determinar la representatividad del factor de emisión (Environmental Protection Agency USA, 2013). Este método se adapta de manera simplificada en la presente guía metodológica, omitiendo la encuesta y métodos de cálculo.

La Tabla 5-3 presenta la escala propuesta para evaluar la representatividad del factor de emisión a partir de la calidad de los datos utilizados, número de fuentes consideradas en el factor y cantidad de pruebas realizadas. La anterior tabla es una adaptación del método más sofisticado de la EPA para evaluar representatividad (Environmental Protection Agency USA, 2013).

TABLA 5-3. ESCALA DE REPRESENTATIVIDAD DEL FACTOR DE EMISIÓN SEGÚN CALIDAD DE DATOS, NÚMERO DE FUENTES Y CANTIDAD DE PRUEBAS

REPRESENTATIVIDAD DEL FACTOR	CALIDAD DE DATOS BAJA (D O E)		CALIDAD DE DATOS ALTA (A O B)	
	MÁS DE 15 FUENTES	MENOS DE 15 FUENTES	MÁS DE 15 FUENTES	MENOS DE 15 FUENTES
Altamente representativo	Mayor a 90 pruebas	Mayor a 25 pruebas	Mayor a 20 pruebas	Mayor a 6 pruebas
Moderadamente representativo	Entre 25 y 90 pruebas	Entre 8 y 25 pruebas	Entre 6 y 20 pruebas	Entre 2 y 6 pruebas
Poco representativo	Menos de 25 pruebas	Menos de 8 pruebas	Menos de 6 pruebas	Menos de 2 pruebas

Fuente: Adaptación propia en base a método propuesto en (Environmental Protection Agency USA, 2013).



6. Bibliografía

- American Society for Testing and Materials. (n.d.-a). ASTM D3174 - 12 (2018) Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D3174.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-b). ASTM D3246 - 15 Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Gas by Oxidative Microcoulometry. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D3246.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-c). ASTM D4239 - 18e1 Standard Test Method for Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke Using High-Temperature Tube Furnace Combustion. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D4239.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-d). ASTM D4294-16e1 Método de prueba estándar para determinación de azufre en petróleo y productos derivados del petróleo mediante espectrofluorimetría de rayos X por dispersión de energía. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D4294-SP.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-e). ASTM D482-13 Método de prueba estándar para determinar la cantidad de ceniza en productos derivados del petróleo. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D482-SP.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-f). ASTM D5453 - 19a Standard Test Method for Determination of Total Sulfur in Light Hydrocarbons, Spark Ignition Engine Fuel, Diesel Engine Fuel, and Engine Oil by Ultraviolet Fluorescence. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D5453.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-g). ASTM D5504 - 12 Standard Test Method for Determination of Sulfur Compounds in Natural Gas and Gaseous Fuels by Gas Chromatography and Chemiluminescence. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D5504.htm>
- American Society for Testing and Materials. (n.d.-h). ASTM D6667 - 14 (2019) Standard Test Method for Determination of Total Volatile Sulfur in Gaseous Hydrocarbons and Liquefied Petroleum Gases by Ultraviolet Fluorescence. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.astm.org/Standards/D6667.htm>
- Bajia, S. C., Singh, R. J., Bajia, B., & Kumar, S. (2017). Determination of sulfur content in petroleum products- an overview. *Journal of Sulfur Chemistry*, 38 (4), 450-464. <https://doi.org/10.1080/17415993.2017.1289530>
- Canfield, M. (2012). Etapas del Proceso Productivo de una Mina. *Sociedad Nacional de Minería de Chile*, 30.
- Centro Mario Molina. (2017). Evaluación y Rediseño de las Redes de Monitoreo de Calidad del Aire. Retrieved from [http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=844ce1e9-909d-413e-a0af-059257b739aa&fname=Evaluación y Rediseño de las redes de monitoreo de calidad del aire.pdf&access=public](http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=844ce1e9-909d-413e-a0af-059257b739aa&fname=Evaluación+y+Rediseño+de+las+redes+de+monitoreo+de+calidad+del+aire.pdf&access=public)

- Comisión Chilena del Cobre. (2015). Tecnologías en fundiciones de cobre, 1-27. Retrieved from https://www.cochilco.cl/Listado Temtico/Tecnologias_fundiciones_v1.pdf
- CONAMA. (2009). Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.
- Environmental Protection Agency USA. (2013). Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the WebFIRE Database, 1-102.
- FLORIDA POWER & LIGHT COMPANY. (2004). Natural Gas Specs Sheet. *GasEnergia*, C, 1-20. <https://doi.org/10.1080/09602010601155205>
- Francescato, V.; Antonini, E. & Zuccoli Bergomi, L. (2008). Manual de Combustibles de Madera. Producción, requisitos de calidad, comercialización. *Avebiom*, 82. Retrieved from www.biomassstradecentre2.eu/%5CnWWW.AVEBIOM.ORG
- Gandhidasan, P.; Al-Farayedhi, A. A. & Al-Mubarak, A. A. (2001). Dehydration of natural gas using solid desiccants. *Energy*, 26 (9), 855-868. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(01\)00034-2](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(01)00034-2)
- IPCC. (2006a). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Publications.
- IPCC. (2006b). Volume 3, Chapter 2: Mineral Industry Emissions. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*, 3, 40. Retrieved from http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_2_Ch2_Mineral_Industry.pdf
- Kleinschmidt, L. R., & Snoke, H. R. (1958). Changes in the properties of an asphalt during the blowing operation. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 60 (3), 169. <https://doi.org/10.6028/jres.060.021>
- Ministerio de Energía. (2018). Informe Balance Nacional de Energía 2016. *Informe*, 184. Retrieved from SENER2016
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Decreto 12: Establece Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirables MP 2,5.
- Mishra, S. & Siddiqui, N. a. (2014). A Review On Environmental and Health Impacts Of Cement Manufacturing Emissions. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 2 (3 June 2014), 26-31. Retrieved from www.woarjournals.org/IJGAES
- MMA. (2017). Manual para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones Atmosféricas.
- Quijandr, J. C. & Aramburu, V. S. (2016). Evaluación del carbón mineral para disminuir el contenido de azufre y mejorar su calidad Evaluation of coal ore to reduce the sulphur content and improve its quality, 19, 61-66.
- Ricardo Energy & Environment. (2016). Filterable and condensable particles in the EMEP / EEA Guidebook update Dr Mark Broomfield Overview, (May).
- Schnelle, K. B. & Brown, C. A. (2001). *Air Pollution Control Technology Handbook* (1st Editio). Boca Raton, FL.
- Schweinfurth, S. P. (2009). *An Introduction to Coal Technology. An Introduction to Coal Technology.* <https://doi.org/10.1016/c2012-0-01440-8>
- Tripathi, N., Singh, R. S., & Hills, C. D. (2019). Microbial removal of sulphur from petroleum coke (petcoke). *Fuel*, 235 (May 2018), 1501-1505. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.08.072>
- UNECE. (2018). Improving Emissions of Condensable Particulate Matter in the Context of the LRTAP Convention, 4. Retrieved from https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/Air/EMEP/TFEIP-TFMM_proposal_condensables_for_EMEP_Steering_Body_v6.pdf
- US-EPA. (2002). *Air Pollution Control Cost Manual* (Sixth). (D. C. Mussatti, Ed.). North Carolina: United States Environmental Protection Agency. Retrieved from http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/c_allchs.pdf



US-EPA. (2003). Principles and Practices of Air Pollution Control.

US-EPA. (2013). Recommended Procedures for Development of Emissions Factors and Use of the WebFIRE Database, 1-102.

US-EPA. (2019). METHOD 5—DETERMINATION OF PARTICULATE MATTER EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES.

US EPA. (2012). Menu of Control Measures for NAAQS Implementation.

7. Anexos

7.1. DEFINICIÓN RUBROS Y FUENTES

TABLA 7-1. CARACTERIZACIÓN RUBROS Y FUENTES

SUBSECTOR	RUBRO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Comercial/Residencial	Fuente uso general	Fuentes utilizadas por establecimientos NO industriales, con la finalidad de calefacción, agua caliente y generación de electricidad.	Calderas de Agua Caliente
			Grupos Electrógenos
Construcción	Producción de asfalto	Procesos de producción de mezclas asfálticas con crudo residual o pitch.	Hornos de Panadería
			Otros
	Producción de cemento	Producción de cemento portland u otros tipos, procesos de molienda y chancado, tratamiento de crudo, calcinación de Clinker, entre otros.	Proceso térmico
			Secadores
			Soplado
			Carga
			Chancadores
			Descarga
			Hornos rotatorios
			Manejo material
General	Generación de energía	Calderas Industriales. Combustión Externa	Calderas
		Grupos electrógenos. Combustión Externa	Grupos Electrógenos
		Motores de generación eléctrica. Combustión Externa	Motores de generación eléctrica
Industria alimentaria y agropecuaria	Procesamiento de granos	Procesamiento de granos alimentarios	Carga
			Descarga
			Limpieza
			Manejo material
Industria de madera y el papel	Aserraderos y Fabricación de madera elaborada	Procesos de fabricación de madera elaborada	Secadores
			Otros
	Producción de celulosa	Proceso de chipeado y cocci3n de madera, blanqueado y secado de pulpa y producción de fardos de celulosa, así como, industrias que procesen celulosa para la producción de papeles, cartulinas y/o cartón.	Digestores
			Horno de Cal
			Calcinador de lecho fluido
			Hornos de recuperación
	Procesos de producción de celulosa.	Otros	

SUBSECTOR	RUBRO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Industria de Productos Minerales	Minería no metálica	Extracción y procesamiento de minerales no metálicos, como Yodo, Boro, Litio, entre otros.	Chancadores
		Proceso de lecho fluidizado en la producción de minerales no metálicos.	Lecho Fluidizado
		Proceso de carga de minerales no metálicos, como Yodo, Boro, Litio, entre otros.	Carga
		Proceso de descarga de minerales no metálicos, como Yodo, Boro, Litio, entre otros.	Descarga
		Proceso de harneo o tamizado en la producción de minerales no metálicos.	Harneo
		Proceso de secado en la producción de minerales no metálicos.	Secadores
		Proceso de transporte en faena de minerales no metálicos, como Yodo, Boro, Litio, entre otros.	Transporte
	Producción de cal	Extracción de minerales de Cal (Dolomíticas, Cálcidas, etc.), concentración y procesos de calcinación.	Hornos rotarios
			Molinos
		Procesos de producción de cal.	Hidratador atmosférico
			Manejo material
	Producción de cerámica	Procesos de extracción y calcinación de arcillas.	Secadores
			Hornos rotatorios
			Molinos
		Procesos de producción de arcilla y cerámica/azulejos.	Secadores
			Enfriamiento
			Esmaltado
	Procesos de producción de cerámica	Manejo material	
	Producción de vidrio	Carga, descarga, transporte, almacenamiento, mezcla y pesaje de materia prima para procesos de producción de fibra de vidrio.	Materia prima
		Proceso de fundición de Silicatos, reciclaje de vidrio para producción de vidrio plano, envases o lana mineral.	Horno de Culletts
			Hornos de fusión
			Secadores
		Proceso de producción de fibra de vidrio. Formación de hilado rotativo, secadores (secado), formación de atenuación de la llama, proceso de conformado, etc.	General
		Proceso de producción de fibra de vidrio. Hornos de curado para fibra textil y fibra tipo lana.	Horno de curado
		Proceso de producción de fibra de vidrio. Hornos regenerativos para fibra textil y fibra tipo lana.	Horno regenerativo
		Proceso de producción de fibra de vidrio. Hornos eléctricos para fibra textil y fibra tipo lana.	Horno eléctrico
	Producción de Yeso	Procesos de producción de yeso	Manejo material
Molinos			
Otros			
Secadores			
Sinterización de arcilla y cenizas	Enfriador recíprocante de rejilla de Clinker de arcilla.	Enfriamiento	
	Procesos de producción de arcillas y cenizas.	Secadores	
	Sinterización de cenizas volantes, arcilla/coque, arcilla natural, lutitas, esquisto, etc. Procesos de cribado, transferencias, trituración, etc.	General	



SUBSECTOR	RUBRO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	
Industria metalúrgica primaria	Cobre	Procesos de extracción, conminución y fundición de minerales; sistemas de abatimientos de gases producidos, como la producción de ácido sulfúrico, precipitación de Arsénico, Tostación de Calcina de Cobre, entre otros.	Hornos Secadores	
	Fabricación de coque: Proceso de colmena	Procesos de producción de coque.	General	
	Fabricación hierro	Procesos de producción de hierro, carga de mineral y aglomerado, cargadores hi-silt y slow-silt, caja de viento, final de descarga.	Proceso de producción del hierro	
	Ferroaleaciones	Procesos de producción de metales ferroaleaciones	Horno abierto eléctrico	
	Manufactura del acero	Procesamiento en hornos de acero	Procesamiento de escorias de hornos de acero, audiciones continuas.	Altos Hornos
				Horno eléctrico
				Manejo material
				Otros
		Proceso de tratamientos térmicos, y eléctricos en hornos de hogar abierto, de arco, de oxígeno. Procesos BOF.	Hornos rotatorios	
		Procesos de fabricación de pequeñas piezas. Recubrimientos, desulfuración, decapado.	Sinterizado	
	Minería metálica	Procesos de manejo y producción de minerales metálicos, manejo de material.		Manejo material
			Procesos de manejo y producción de minerales metálicos, proceso de chancado.	Chancadores
			Procesos de manejo y producción de minerales metálicos, proceso de molinda de material.	Molinos
			Procesos de manejo y producción de minerales metálicos, proceso de secado.	Secadores
Otros metales	Procesos de otros metales en industria metalúrgica primaria	General		
Producción de Nickel	Procesos de producción de nickel	General		
Producción de Plomo	Procesos de producción de plomo	General		
Industria metalúrgica secundaria	Cobre	Procesos de fundición de cobre	Cubilote	
			Horno	
			Horno eléctrico	
			Horno reverbero	
			Horno rotatorio	
			Incineradores	
			Otros	
	Secadores			
	Fabricación hierro	Procesos de fabricación de hierro	Horno eléctrico	
	Ferroaleaciones	Procesos de producción de metales ferroaleaciones	General	
	Fundición hierro	Procesos de fundición de hierro	Fundición	
	Manufactura del acero	Procesamiento en hornos de acero	Procesamiento de escorias de hornos de acero, audiciones continuas.	Altos Hornos
				General
				Horno eléctrico
			Manejo material	
			Otros	
	Proceso de tratamientos térmicos, y eléctricos en hornos de hogar abierto, de arco, de oxígeno. Procesos BOF.	Hornos rotatorios		
	Procesos de fabricación de pequeñas piezas. Recubrimientos, desulfuración, decapado.	Sinterizado		
Producción de Aluminio	Procesos de producción de aluminio		Hornos	
			Otros	

SUBSECTOR	RUBRO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	
Industria metalúrgica secundaria	Producción de Plomo	Procesos de producción de plomo	Horno	
		Procesos de producción de plomo	Secadores	
	Producción de Zinc	Procesos de producción de zinc	General	
Industria química	Ácido Nítrico	Proceso de reformación de amoniaco para la producción de explosivos.	General	
		Proceso químico de producción de ácido nítrico y derivados	Horno	
	Etileno	Proceso de reformación de amoniaco para la producción de explosivos.	Reactores	
		Proceso químico de producción de etileno	Torres de pellets	
	Metanol	Proceso químico de producción de etileno	General	
		Proceso químico de producción de metanol	General	
	Productos de resina de fibra de vidrio	Proceso de producción de resina de fibra de vidrio, caucho y plásticos varios. Consumo de adhesivo/solvente.	Consumo de adhesivo	
		Proceso de producción de resina de fibra de vidrio, caucho y plásticos varios. Mecanizado de plásticos: perforación/lijado/aserrado/etc.	Consumo de solvente	
	Recubrimiento de superficie	Procesos de recubrimiento de superficie	Mecanizado de plásticos	
	Refinación de crudo y otros procesos petroquímicos	Refinación de petróleo y derivados	Procesos de recubrimiento de superficie	General
			Proceso de refinación de petróleo crudo para la obtención de sus derivados. Otros procesos petroquímicos, como la reformación de gas natural para la producción de Hidrogeno, Metanol; Unidades de tratamiento de compuestos azufrados, aminas, producción de delayed coker; producción de lubricantes, entre otros.	General
			Proceso de refinación de petróleo crudo para la obtención de sus derivados. Otros procesos petroquímicos, como la reformación de gas natural para la producción de Hidrogeno, Metanol; Unidades de tratamiento de compuestos azufrados, aminas, producción de delayed coker; producción de lubricantes, entre otros.	Generador Vapor
Proceso de refinación de petróleo crudo para la obtención de sus derivados. Otros procesos petroquímicos, como la reformación de gas natural para la producción de Hidrogeno, Metanol; Unidades de tratamiento de compuestos azufrados, aminas, producción de delayed coker; producción de lubricantes, entre otros.			Incineradores	
Proceso de refinación de petróleo crudo para la obtención de sus derivados. Otros procesos petroquímicos, como la reformación de gas natural para la producción de Hidrogeno, Metanol; Unidades de tratamiento de compuestos azufrados, aminas, producción de delayed coker; producción de lubricantes, entre otros.			Proceso térmico	
Proceso de refinación de petróleo crudo para la obtención de sus derivados. Otros procesos petroquímicos, como la reformación de gas natural para la producción de Hidrogeno, Metanol; Unidades de tratamiento de compuestos azufrados, aminas, producción de delayed coker; producción de lubricantes, entre otros.			Calcinación	
Industria sanitaria	Disposición de residuos	Proceso de incineración de residuos.	Craqueo catalítico	
			Fugitiva	
			Procesamiento de Gas Natural	
Termoeléctricas	Generación energía eléctrica y vapor	Fuentes utilizadas por establecimientos Industriales, con la finalidad de proveer energía a los procesos o la generación de energía eléctrica.	Quemado en Antorcha	
			Calderas de vapor	
Termoeléctricas	Generación energía eléctrica y vapor	Fuentes utilizadas por establecimientos Industriales, con la finalidad de proveer energía a los procesos o la generación de energía eléctrica.	Motores de generación eléctrica	
			Turbinas	

Fuente: Elaboración propia.

7.2. DEFINICIÓN CCF8

TABLA 7-2. DEFINICIÓN CCF8 INCLUIDOS CON NOMBRES ORIGINALES, ELABORADOS A PARTIR DE DEFINICIONES DE LA EPA

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
10100101	External Combustion Boilers	Electric Generation	Anthracite Coal	Pulverized Coal
10100102	External Combustion Boilers	Electric Generation	Anthracite Coal	Traveling Grate (Overfeed) Stoker
10100201	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Wet Bottom (Bituminous Coal)
10100202	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom (Bituminous Coal)
10100203	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Cyclone Furnace (Bituminous Coal)



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
10100204	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Spreader Stoker (Bituminous Coal)
10100205	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Traveling Grate (Overfeed) Stoker (Bituminous Coal)
10100211	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Wet Bottom (Tangential) (Bituminous Coal)
10100212	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom (Tangential) (Bituminous Coal)
10100215	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Cell Burner (Bituminous Coal)
10100217	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion: Bubbling Bed (Bituminous Coal)
10100218	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion: Circulating Bed (Bitum. Coal)
10100221	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Wet Bottom (Subbituminous Coal)
10100222	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom (Subbituminous Coal)
10100223	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Cyclone Furnace (Subbituminous Coal)
10100224	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Spreader Stoker (Subbituminous Coal)
10100225	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Traveling Grate (Overfeed) Stoker (Subbituminous Coal)
10100226	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom Tangential (Subbituminous Coal)
10100235	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Cell Burner (Subbituminous Coal)
10100237	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion: Bubbling Bed (Subbitum Coal)
10100238	External Combustion Boilers	Electric Generation	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion - Circulating Bed (Subbitum Coal)
10100300	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Pulverized Coal: Wet Bottom
10100301	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Pulverized Coal: Dry Bottom, Wall Fired
10100302	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Pulverized Coal: Dry Bottom, Tangential Fired
10100303	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Cyclone Furnace
10100304	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Traveling Grate (Overfeed) Stoker
10100306	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Spreader Stoker
10100316	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Atmospheric Fluidized Bed ** (See 101003-17 & -18)
10100317	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Atmospheric Fluidized Bed Combustion - Bubbling Bed
10100318	External Combustion Boilers	Electric Generation	Lignite	Atmospheric Fluidized Bed Combustion - Circulating Bed
10100401	External Combustion Boilers	Electric Generation	Residual Oil	Grade 6 Oil: Normal Firing
10100405	External Combustion Boilers	Electric Generation	Residual Oil	Grade 5 Oil: Normal Firing
10100501	External Combustion Boilers	Electric Generation	Distillate Oil	Grades 1 and 2 Oil
10100601	External Combustion Boilers	Electric Generation	Natural Gas	Boilers > 100 Million Btu/hr except Tangential
10100602	External Combustion Boilers	Electric Generation	Natural Gas	Boilers < 100 Million Btu/hr except Tangential
10100604	External Combustion Boilers	Electric Generation	Natural Gas	Tangentially Fired Units
10100701	External Combustion Boilers	Electric Generation	Process Gas	Boilers > 100 Million Btu/hr
10100702	External Combustion Boilers	Electric Generation	Process Gas	Boilers < 100 Million Btu/hr
10100704	External Combustion Boilers	Electric Generation	Process Gas	Blast Furnace Gas
10100801	External Combustion Boilers	Electric Generation	Petroleum Coke	All Boiler Sizes
10100818	External Combustion Boilers	Electric Generation	Petroleum Coke	Circulating Fluidized Bed Combustion
10100901	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Bark-fired Boiler
10100902	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Wood/Bark Fired Boiler
10100903	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Wet Wood (>=20% moisture)
10100908	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Dry Wood (<20% moisture)
10100911	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Stoker boilers **
10100912	External Combustion Boilers	Electric Generation	Wood/Bark Waste	Fluidized bed combustion boilers
10101001	External Combustion Boilers	Electric Generation	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Butane

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
10101002	External Combustion Boilers	Electric Generation	Liquified (LPG) Petroleum Gas	Propane
10101201	External Combustion Boilers	Electric Generation	Solid Waste	Specify Waste Material in Comments
10101202	External Combustion Boilers	Electric Generation	Solid Waste	Refuse Derived Fuel
10101205	External Combustion Boilers	Electric Generation	Solid Waste	Sludge Waste
10101207	External Combustion Boilers	Electric Generation	Biomass Solids	Biomass Solids, Boiler type unknown (use 10101209 or -10)
10101301	External Combustion Boilers	Electric Generation	Liquid Waste	Specify Waste Material in Comments
10101302	External Combustion Boilers	Electric Generation	Liquid Waste	Waste Oil
10101304	External Combustion Boilers	Electric Generation	Liquid Waste	Black Liquor
10200101	External Combustion Boilers	Industrial	Anthracite Coal	Pulverized Coal
10200104	External Combustion Boilers	Industrial	Anthracite Coal	Traveling Grate (Overfeed) Stoker
10200117	External Combustion Boilers	Industrial	Anthracite Coal	Fluidized Bed Boiler Burning Anthracite-Culm Fuel
10200201	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Wet Bottom
10200202	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom
10200203	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Cyclone Furnace
10200204	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Spreader Stoker
10200205	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Overfeed Stoker
10200206	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Underfeed Stoker
10200212	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom (Tangential)
10200213	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Wet Slurry
10200217	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion: Bubbling Bed (Bituminous Coal)
10200218	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Atmospheric Fluidized Bed Combustion: Circulating Bed (Bitum. Coal)
10200219	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Cogeneration (Bituminous Coal)
10200221	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Wet Bottom (Subbituminous Coal)
10200222	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom (Subbituminous Coal)
10200223	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Cyclone Furnace (Subbituminous Coal)
10200224	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Spreader Stoker (Subbituminous Coal)
10200225	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Traveling Grate (Overfeed) Stoker (Subbituminous Coal)
10200226	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Pulverized Coal: Dry Bottom Tangential (Subbituminous Coal)
10200229	External Combustion Boilers	Industrial	Bituminous/Subbituminous Coal	Cogeneration (Subbituminous Coal)
10200300	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Pulverized Coal: Wet Bottom
10200301	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Pulverized Coal: Dry Bottom, Wall Fired
10200302	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Pulverized Coal: Dry Bottom, Tangential Fired
10200303	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Cyclone Furnace
10200304	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Traveling Grate (Overfeed) Stoker
10200306	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Spreader Stoker
10200307	External Combustion Boilers	Industrial	Lignite	Cogeneration
10200401	External Combustion Boilers	Industrial	Residual Oil	Grade 6 Oil
10200402	External Combustion Boilers	Industrial	Residual Oil	10-100 Million BTU/hr
10200403	External Combustion Boilers	Industrial	Residual Oil	< 10 Million BTU/hr
10200404	External Combustion Boilers	Industrial	Residual Oil	Grade 5 Oil
10200405	External Combustion Boilers	Industrial	Residual Oil	Cogeneration
10200501	External Combustion Boilers	Industrial	Distillate Oil	Grades 1 and 2 Oil
10200502	External Combustion Boilers	Industrial	Distillate Oil	10-100 Million BTU/hr



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
10200503	External Combustion Boilers	Industrial	Distillate Oil	< 10 Million BTU/hr
10200504	External Combustion Boilers	Industrial	Distillate Oil	Grade 4 Oil
10200601	External Combustion Boilers	Industrial	Natural Gas	> 100 Million Btu/hr
10200602	External Combustion Boilers	Industrial	Natural Gas	10-100 Million Btu/hr
10200603	External Combustion Boilers	Industrial	Natural Gas	< 10 Million Btu/hr
10200604	External Combustion Boilers	Industrial	Natural Gas	Cogeneration
10200701	External Combustion Boilers	Industrial	Process Gas	Petroleum Refinery Gas
10200704	External Combustion Boilers	Industrial	Process Gas	Blast Furnace Gas
10200707	External Combustion Boilers	Industrial	Process Gas	Coke Oven Gas
10200710	External Combustion Boilers	Industrial	Process Gas	Cogeneration
10200799	External Combustion Boilers	Industrial	Process Gas	Other: Specify in Comments
10200802	External Combustion Boilers	Industrial	Petroleum Coke	All Boiler Sizes
10200804	External Combustion Boilers	Industrial	Petroleum Coke	Cogeneration
10200901	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Bark-fired Boiler
10200902	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood/Bark-fired Boiler
10200903	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Wet Wood (>=20% moisture)
10200904	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Bark-fired Boiler (< 50,000 Lb Steam)
10200905	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood/Bark-fired Boiler (< 50,000 Lb Steam)
10200906	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler (< 50,000 Lb Steam)
10200907	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood Cogeneration
10200908	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Dry Wood (<20% moisture)
10200911	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Stoker boilers **
10200912	External Combustion Boilers	Industrial	Wood/Bark Waste	Fluidized bed combustion boiler
10201001	External Combustion Boilers	Industrial	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Butane
10201002	External Combustion Boilers	Industrial	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Propane
10201003	External Combustion Boilers	Industrial	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Butane/Propane Mixture: Specify Percent Butane in Comments
10201101	External Combustion Boilers	Industrial	Bagasse	All Boiler Sizes
10201201	External Combustion Boilers	Industrial	Solid Waste	Specify Waste Material in Comments
10201202	External Combustion Boilers	Industrial	Solid Waste	Refuse Derived Fuel
10201301	External Combustion Boilers	Industrial	Liquid Waste	Specify Waste Material in Comments
10201302	External Combustion Boilers	Industrial	Liquid Waste	Waste Oil
10201401	External Combustion Boilers	Industrial	CO Boiler	Natural Gas
10300401	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Residual Oil - Grade 6	Boiler
10300402	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Residual Oil	10-100 Million BTU/hr
10300501	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Distillate Oil	Grades 1 and 2 Oil
10300502	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Distillate Oil	10-100 Million BTU/hr
10300503	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Distillate Oil	< 10 Million BTU/hr
10300601	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Natural Gas	> 100 Million BTU/hr
10300602	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Natural Gas	10-100 Million BTU/hr
10300603	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Natural Gas	< 10 Million Btu/hr
10300901	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Wood/Bark Waste	Bark-fired Boiler
10300902	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Wood/Bark Waste	Wood/Bark-fired Boiler
10300903	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Wet Wood (>=20% moisture)
10300908	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Wood/Bark Waste	Wood-fired Boiler - Dry Wood (<20% moisture)
10301001	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Butane
10301002	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Propane
10301003	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Liquified Petroleum Gas (LPG)	Butane/Propane Mixture: Specify Percent Butane in Comments
10301101	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Biomass	Boiler, Stoker
10301201	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Solid Waste	Specify Waste Material in Comments
10301301	External Combustion Boilers	Commercial/Institutional	Liquid Waste	Specify Waste Material in Comments
20100101	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Distillate Oil (Diesel)	Turbine
20100102	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Distillate Oil (Diesel)	Reciprocating

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
20100107	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Distillate Oil (Diesel)	Reciprocating: Exhaust
20100108	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Distillate Oil (Diesel)	Turbine: Evaporative Losses (Fuel Storage and Delivery System)
20100109	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Distillate Oil (Diesel)	Turbine: Exhaust
20100201	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Natural Gas	Turbine
20100202	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Natural Gas	Reciprocating
20100209	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Natural Gas	Turbine: Exhaust
20100801	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Landfill Gas	Turbine
20100902	Internal Combustion Engines	Electric Generation	Kerosene/Naphtha (Jet Fuel)	Reciprocating
20200101	Internal Combustion Engines	Industrial	Distillate Oil (Diesel)	Turbine
20200102	Internal Combustion Engines	Industrial	Distillate Oil (Diesel)	Reciprocating
20200108	Internal Combustion Engines	Industrial	Distillate Oil (Diesel)	Turbine: Evaporative Losses (Fuel Storage and Delivery System)
20200109	Internal Combustion Engines	Industrial	Distillate Oil (Diesel)	Turbine: Exhaust
20200201	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	Turbine
20200202	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	Reciprocating
20200203	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	Turbine: Cogeneration
20200208	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	Turbine: Evaporative Losses (Fuel Delivery System)
20200209	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	Turbine: Exhaust
20200252	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	2-cycle Lean Burn
20200254	Internal Combustion Engines	Industrial	Natural Gas	4-cycle Lean Burn
20200301	Internal Combustion Engines	Industrial	Gasoline	Reciprocating
20200401	Internal Combustion Engines	Industrial	Diesel	Large Bore Engine
20200402	Internal Combustion Engines	Industrial	Dual Fuel (Oil/Gas)	Large Bore Engine
20200501	Internal Combustion Engines	Industrial	Residual/Crude Oil	Reciprocating
20200901	Internal Combustion Engines	Industrial	Kerosene/Naphtha (Jet Fuel)	Turbine
20200902	Internal Combustion Engines	Industrial	Kerosene/Naphtha (Jet Fuel)	Reciprocating
20201701	Internal Combustion Engines	Industrial	Gasoline	Turbine
20201702	Internal Combustion Engines	Industrial	Gasoline	Reciprocating Engine
20300101	Internal Combustion Engines	Commercial/Institutional	Distillate Oil (Diesel)	Reciprocating
20300201	Internal Combustion Engines	Commercial/Institutional	Natural Gas	Reciprocating
20300301	Internal Combustion Engines	Commercial/Institutional	Gasoline	Reciprocating
20400402	Internal Combustion Engines	Engine Testing	Reciprocating Engine	Diesel/Kerosene
30101399	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Nitric Acid	General
30102712	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Ammonium Production	Nitrate Prilling Tower: High Density
30102713	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Ammonium Production	Nitrate High Density Dryers and Coolers (scb**)
30102714	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Ammonium Production	Nitrate Prilling Cooler: High Density
30102717	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Ammonium Production	Nitrate Evaporator/Concentrator: High Density
30119701	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Butylene, Ethylene, Propylene, Olefin Production	Ethylene: General
30125001	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Methanol/Alcohol Production	Methanol: General
30190001	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Fuel Fired Equipment	Process Heater: Distillate Oil (No. 2)
30190002	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Fuel Fired Equipment	Process Heater: Residual Oil
30190011	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Fuel Fired Equipment	Incinerator: Distillate Oil (No. 2)
30190012	Industrial Processes	Chemical Manufacturing	Fuel Fired Equipment	Incinerator: Residual Oil
30200503	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Cleaning
30200504	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Drying
30200505	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Unloading (Receiving)
30200506	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Loading (Shipping)
30200512	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Country Elevators: General
30200527	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Elevators	Terminal Grain Drying - Column Dryer



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30200528	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed and Grain Terminal Elevators	Grain Drying - Rack Dryer
30200731	Industrial Processes	Food and Agriculture	Grain Millings	Wheat: Grain Receiving
30200732	Industrial Processes	Food and Agriculture	Grain Millings	Wheat: Precleaning/Handling
30200734	Industrial Processes	Food and Agriculture	Grain Millings	Wheat: Millhouse
30200806	Industrial Processes	Food and Agriculture	Feed Manufacture	Pellet Coolers
30203010	Industrial Processes	Food and Agriculture	Dairy Products	Whey Dryer
30203020	Industrial Processes	Food and Agriculture	Dairy Products	Cheese Dryer
30203201	Industrial Processes	Food and Agriculture	Bakeries	Bread Baking: Sponge-Dough Process
30203202	Industrial Processes	Food and Agriculture	Bakeries	Bread Baking: Straight-Dough Process
30203203	Industrial Processes	Food and Agriculture	Bakeries	Material Handling and Transferring
30203204	Industrial Processes	Food and Agriculture	Bakeries	Flour Storage
30203205	Industrial Processes	Food and Agriculture	Bakeries	Cracker and Cookie Baking
30204001	Industrial Processes	Food and Agriculture	Cereal	Dryer
30300401	Industrial Processes	Primary Metal Production	Coke Manufacture: Beehive Process	General
30300502	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Multiple Hearth Roaster
30300503	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Reverberatory Smelting Furnace after Roaster
30300504	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Converter (All Configurations)
30300505	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Fire (Furnace) Refining
30300506	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Ore Concentrate Dryer
30300507	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Reverberatory Smelting Furnace w/ Ore Charge w/o Roasting
30300508	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Refined Metal Finishing Operations
30300509	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Fluidized Bed Roaster
30300510	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Electric Smelting Furnace
30300512	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Flash Smelting
30300513	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Roasting: Fugitive Emissions
30300514	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Reverberatory Furnace: Fugitive Emissions
30300515	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Converter: Fugitive Emissions
30300516	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Anode Refining Furnace: Fugitive Emissions
30300517	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Slag Cleaning Furnace: Fugitive Emissions
30300518	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Converter Slag Return: Fugitive Emissions
30300521	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Noranda Reactor
30300522	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Slag Cleaning Furnace
30300534	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Flash Furnace After Concentrate Dryer
30300599	Industrial Processes	Primary Metal Production	Primary Copper Smelting	Other Not Classified
30300601	Industrial Processes	Primary Metal Production	Ferroalloy Production	Open Electric Smelting Furnace: 50% FeSi
30300602	Industrial Processes	Primary Metal Production	Ferroalloy Production	Open Electric Smelting Furnace: 75% FeSi
30300603	Industrial Processes	Primary Metal Production	Ferroalloy Production	Open Electric Smelting Furnace: 90% FeSi
30300606	Industrial Processes	Primary Metal Production	Ferroalloy Production	Open Electric Smelting Furnace: 80% Ferromanganese
30300801	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Ore Charging
30300802	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Agglomerate Charging
30300804	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Loader: Hi-Silt
30300805	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Loader: Low-Silt
30300813	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Windbox
30300814	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Discharge End
30300816	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Hot Screening

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30300824	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Blast Heating Stoves
30300841	Industrial Processes	Primary Metal Production	Iron Production (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Flue Dust Unloading
30300901	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Open Hearth Furnace: Stack
30300904	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Electric Arc Furnace: Alloy Steel (Stack)
30300906	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Charging: Electric Arc Furnace
30300908	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Electric Arc Furnace: Carbon Steel (Stack)
30300910	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Pickling
30300913	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Basic Oxygen Furnace: Open Hood-Stack
30300914	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Basic Oxygen Furnace: Closed Hood-Stack
30300915	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Hot Metal (Iron) Transfer to Steelmaking Furnace
30300916	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Charging: BOF
30300917	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Tapping: BOF
30300918	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Charging: Open Hearth
30300919	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Tapping: Open Hearth
30300920	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Hot Metal Desulfurization
30300921	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Teeming (Unleaded Steel)
30300922	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Continuous Casting
30300923	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Steel Furnace Slag Tapping and Dumping
30300924	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Steel Furnace Slag Processing
30300927	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Steel Scrap Preheater
30300934	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Heat Treating Furnaces: Annealing
30300935	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Cold Rolling



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30300936	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Coating: Tin, Zinc, etc.
30300998	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Other Not Classified
30300999	Industrial Processes	Primary Metal Production	Steel Manufacturing (See 3-03-015 for Integrated Iron & Steel MACT)	Other Not Classified
30301099	Industrial Processes	Primary Metal Production	Lead Production	General
30301199	Industrial Processes	Primary Metal Production	Molybdenum	Other Not Classified
30301301	Industrial Processes	Primary Metal Production	Gold Processing	General Processes
30301302	Industrial Processes	Primary Metal Production	Gold Processing	Fines Crushing
30301501	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Integrated Iron and Steel Foundries
30301530	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Basic Oxygen Furnace (BOF), Bottom Blown: Melting and Refining
30301541	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Electric Arc Furnace (EAF): Carbon Steel: Melting and Refining
30301570	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Machine Scarfing
30301580	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Miscellaneous Combustion Sources
30301581	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Blast Furnace Stove
30301584	Industrial Processes	Primary Metal Production	Integrated Iron and Steel Manufacturing	Miscellaneous Combustion Sources: Reheat Furnaces
30302314	Industrial Processes	Primary Metal Production	Taconite Iron Ore Processing	Indurating Furnace: Coal Fired (see 3-03-023-51 thru -88)
30302401	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Primary Crushing: Low Moisture Ore
30302402	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Secondary Crushing: Low Moisture Ore
30302403	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Tertiary Crushing: Low Moisture Ore
30302404	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Material Handling: Low Moisture Ore
30302405	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Primary Crushing: High Moisture Ore
30302406	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Secondary Crushing: High Moisture Ore
30302407	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Tertiary Crushing: High Moisture Ore
30302408	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Material Handling: High Moisture Ore
30302409	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Dry Grinding with Air Conveying
30302410	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Dry Grinding without Air Conveying
30302411	Industrial Processes	Primary Metal Production	Metal Mining (General Processes)	Ore Drying
30400101	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Sweat Furnace
30400102	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Smelting Furnace/Crucible
30400109	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Burning/Drying
30400112	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Annealing Furnace
30400114	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Pouring/Casting
30400130	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Demagging
30400199	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Aluminum	Other Not Classified
30400204	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Electric Induction Furnace
30400207	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Scrap Dryer (Rotary)
30400208	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Wire Burning: Incinerator
30400209	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Sweating Furnace
30400213	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Scrap Iron: Cupolas
30400214	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Copper: Reverberatory Furnace

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30400215	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Brass and Bronze: Reverberatory Furnace
30400216	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Copper: Rotary Furnace
30400217	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Brass and Bronze: Rotary Furnace
30400219	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Brass and Bronze: Crucible and Pot Furnace
30400220	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Copper: Electric Arc Furnace
30400221	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Brass and Bronze: Electric Arc Furnace
30400223	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Copper: Electric Induction
30400224	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Brass and Bronze: Electric Induction
30400231	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Scrap Dryer
30400232	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Wire Incinerator
30400233	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Sweating Furnace
30400234	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Cupola Furnace
30400235	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Reverberatory Furnace
30400236	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Rotary Furnace
30400237	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Crucible Furnace
30400238	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Electric Induction Furnace
30400239	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Casting Operations
30400240	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Copper: Holding Furnace
30400242	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Other Alloy (7%): Reverberatory Furnace
30400243	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with High Lead Alloy (58%): Reverberatory Furnace
30400244	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Charge with Red/Yellow Brass: Reverberatory Furnace
30400299	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Copper	Other Not Classified
30400303	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Electric Induction Furnace
30400304	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Electric Arc Furnace
30400319	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Core Making, Baking
30400320	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Pouring/Casting
30400331	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Casting Shakeout
30400350	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Sand Grinding/Handling
30400352	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Sand Grinding/Handling
30400358	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Sand Screens
30400371	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Core Machines/Other
30400398	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Other Not Classified
30400399	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Grey Iron Foundries	Other Not Classified
30400401	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Refining Kettle: Pot Furnace
30400403	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Smelting Furnace: Blast
30400404	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Sweating Furnace: Rotary
30400418	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Smelting Furnace: Electric
30400419	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Dryer
30400426	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	Refining Kettle
30400499	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead	General
30400531	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Lead Battery Manufacture	Wash and Paint
30400701	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Electric Arc Furnace
30400704	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Heat Treating Furnace
30400705	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Electric Induction Furnace
30400706	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Sand Grinding/Handling
30400707	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Core Ovens
30400708	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Pouring/Casting
30400709	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Casting Shakeout
30400710	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Casting Knock Out
30400711	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Cleaning
30400712	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Charge Handling
30400713	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Castings Cooling
30400715	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Finishing
30400716	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Sand Grinding/Handling
30400721	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Sand Silo



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30400722	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Muller
30400723	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Conveyors/Elevators
30400724	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Sand Screens
30400731	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Core Machines/Other
30400742	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Crucible
30400744	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Ladle
30400745	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Fugitive Emissions: Furnace
30400799	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Steel Foundries	Other Not Classified
30400801	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Retort Furnace
30400805	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Galvanizing Kettle
30400806	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Calcining Kiln
30400843	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Scrap Melting: Electric Induction Furnace
30400862	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Rotary Sweating
30400865	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Electric Resistance Sweating
30400868	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Zinc	Crucible Melting Furnace
30400901	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Malleable Iron	Annealing
30400999	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Malleable Iron	Other Not Classified
30401002	Industrial Processes	Secondary Metal Production	Nickel	Mixing/Blending/Grinding/Screening
30500101	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Asphalt Blowing: Saturant (Use 3-05-050-10 for MACT)
30500102	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Asphalt Blowing: Coating (Use 3-05-050-10 for MACT)
30500114	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Asphaltic Felt: Coating
30500120	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Storage Bins: Ferric Chloride
30500131	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Fixed Roof Tank: Working Loss
30500133	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Roofing Manufacture	Floating Roof Tank: Working Loss
30500201	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Rotary Dryer: Conventional Plant (see 3-05-002-50 to -53 for subtypes)
30500202	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Hot Elevs, Screens, Bins&Mixer (also see -45 thru -47)
30500205	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Dryer: Drum Mix Plant (see 3-05-002-55 thru -63 for subtypes)
30500206	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Asphalt Heater: Natural Gas
30500208	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Asphalt Heater: Distillate Oil
30500209	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Asphalt Heater: LPG
30500211	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Rotary Dryer Conventional Plant with Cycloneuse (use 3-05-002-01 w/CTL)
30500245	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Hot Elevators, Screens, Bins, Mixer & NG Rot Dryer
30500246	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Hot Elevators, Screens, Bins, Mixer& #2 Oil Rot Dryer
30500247	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Hot Elevs, Scrns, Bins, Mixer& Waste/Drain/#6 Oil Rot
30500251	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Rotary Dryer, Natural Gas-Fired (also see -45)
30500252	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Batch Mix Plant: Rotary Dryer, Oil-Fired (also see -46)
30500255	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, Natural Gas-Fired
30500256	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, Natural Gas, Parallel Flow
30500257	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, Natural Gas, Counterflow
30500258	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, #2 Oil-Fired
30500259	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, #2 Oil-Fired, Parallel Flow
30500260	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer / Mixer, #2 Oil-Fired, Counterflow
30500261	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Plant: Rotary Drum Dryer/Mixer, Waste/Drain/#6 Oil-Fired
30500262	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Pl: Rotary Drum Dryer/Mixer, Waste/Drain/#6 Oil, Parallel Flo

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30500263	Industrial Processes	Mineral Products	Asphalt Concrete	Drum Mix Pl: Rotary Drum Dryer/Mixer, Waste/ Drain/#6 Oil, Counterflow
30500606	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Kilns
30500607	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Raw Material Unloading
30500608	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Raw Material Pile
30500609	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Primary Crushing
30500610	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Secondary Crushing
30500611	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Screening
30500612	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Raw Material Transfer
30500613	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Raw Material Grinding and Drying
30500614	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Clinker Cooler
30500615	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Clinker Pile
30500616	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Clinker Transfer
30500617	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Clinker Grinding
30500618	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Cement Silo
30500619	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Cement Load Out
30500620	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Predryer
30500621	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Pulverized Coal Kiln Feed Units
30500622	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Preheater Kiln
30500623	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Preheater/Precalciner Kiln
30500624	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Raw Mill Feed Belt
30500627	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Finish Grinding Mill Feed Belt
30500628	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Finish Grinding Mill Weigh Hopper
30500629	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	Finish Grinding Mill Air Separator
30500699	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Dry Process)	General
30500706	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Kilns
30500709	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Primary Crushing
30500710	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Secondary Crushing
30500711	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Screening
30500712	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Raw Material Transfer
30500714	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Clinker Cooler
30500716	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Clinker Transfer
30500717	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Clinker Grinding
30500718	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Cement Silo



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30500719	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	Cement Load Out
30500799	Industrial Processes	Mineral Products	Cement Manufacturing (Wet Process)	General
30500801	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Drying ** (use SCC 3-05-008-13)
30500802	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Comminution - Crushing, Grinding, & Milling
30500803	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Raw Material Storage
30500805	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Mixing
30500806	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Raw Material Handling and Transfer
30500807	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Grinding, dry (use SCC 3-05-008-02)
30500810	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Spray Dryer: Natural Gas-fired
30500813	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Drying - Convection Drying Prior to Firing
30500818	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Air Classifier
30500828	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Mixing - Raw Mats, Binders, Plasticizers, Surfactants, & Other Agent
30500845	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Ceramic Glaze Spray Booth
30500850	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Firing - Natural Gas-fired Kiln
30500856	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Refiring: Natural Gas-fired Kiln
30500858	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Cooler - Cooling Ceramics Following Firing
30500860	Industrial Processes	Mineral Products	Clay Ceramics Manufacture	Final Processing: Grinding and Polishing
30500899	Industrial Processes	Mineral Products	Ceramic Manufacture Clay/Tile	Other Not Classified
30500901	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Fly Ash Sintering
30500902	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Clay/Coke Sintering
30500903	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Natural Clay/Shale Sintering
30500904	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Raw Clay/Shale Crushing/Screening
30500905	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Raw Clay/Shale Transfer/Conveying
30500907	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Sintered Clay/Coke Product Crushing/Screening
30500908	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Sintered Clay/Shale Product Crushing/Screening
30500916	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Dryer
30500917	Industrial Processes	Mineral Products	Clay and Fly Ash Sintering	Clay Reciprocating Grate Clinker Cooler
30501001	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Fluidized Bed Reactor
30501002	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Flash Dryer
30501003	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Multilouvered Dryer
30501008	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Unloading
30501010	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Crushing
30501015	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Coal Loading (For Clean Coal Loading USE 30501016)
30501023	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Loading
30501024	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Hauling
30501035	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Blasting: Coal Overburden
30501037	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Truck Loading: Overburden
30501038	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Truck Loading: Coal
30501039	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Hauling: Haul Trucks

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30501040	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Truck Unloading: End Dump - Coal
30501041	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Truck Unloading: Bottom Dump - Coal
30501042	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden
30501044	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Train Loading: Coal
30501047	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling	Grading
30501201	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Regenerative Furnace (Wool-type Fiber)
30501202	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Recuperative Furnace (Wool-type Fiber)
30501203	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Electric Furnace (Wool-type Fiber)
30501204	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Forming: Rotary Spun (Wool-type Fiber)
30501205	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Curing Oven: Rotary Spun (Wool-type Fiber)
30501206	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Cooling (Wool-type Fiber)
30501207	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Unit Melter Furnace (Wool-type Fiber)
30501208	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Forming: Flame Attenuation (Wool-type Fiber)
30501209	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Curing: Flame Attenuation (Wool-type Fiber)
30501211	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Regenerative Furnace (Textile-type Fiber)
30501212	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Recuperative Furnace (Textile-type Fiber)
30501213	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Unit Melter Furnace (Textile-type Fiber)
30501214	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Forming Process (Textile-type Fiber)
30501215	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Curing Oven (Textile-type Fiber)
30501221	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Raw Material: Unloading/Conveying
30501222	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Raw Material: Storage Bins
30501223	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Raw Material: Mixing/Weighing
30501299	Industrial Processes	Mineral Products	Fiberglass Manufacturing	Other Not Classified
30501401	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Furnace/General**
30501402	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Container Glass: Melting Furnace
30501403	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Flat Glass: Melting Furnace
30501404	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Pressed and Blown Glass: Melting Furnace
30501406	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Container Glass: Forming/Finishing
30501408	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Pressed and Blown Glass: Forming/Finishing
30501414	Industrial Processes	Mineral Products	Glass Manufacture	Ground Cullet Beading Furnace
30501502	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Primary Grinder/Roller Mills
30501503	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Not Classified
30501504	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Conveying
30501505	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Primary Crushing: Gypsum Ore
30501506	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Secondary Crushing: Gypsum Ore
30501507	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Screening: Gypsum Ore
30501508	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Stockpile: Gypsum Ore
30501509	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Storage Bins: Gypsum Ore
30501511	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Continuous Kettle: Calciner
30501513	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Impact Mill
30501514	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Storage Bins: Stucco
30501515	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Tube/Ball Mills
30501516	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Mixers
30501520	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	Drying Kiln
30501521	Industrial Processes	Mineral Products	Gypsum Manufacture	End Sawing (8 Ft.)
30501601	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Primary Crushing
30501602	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Secondary Crushing/Screening
30501604	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Rotary Kiln ** (See SCC Codes 3-05-016-18,-19,-20,-21)
30501605	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Gas-fired Calcimatic Kiln
30501606	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Fluidized Bed Kiln
30501607	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Raw Material Transfer and Conveying
30501608	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Raw Material Unloading
30501609	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Hydrator: Atmospheric
30501610	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Raw Material Storage Piles
30501611	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Product Cooler
30501613	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Lime Silos



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30501614	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Packing/Shipping
30501615	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Product Transfer and Conveying
30501616	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Primary Screening
30501618	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Coal-fired Rotary Kiln
30501619	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Gas-fired Rotary Kiln
30501621	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Coal- and Coke-fired Rotary Kiln
30501622	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Calcining: Coal-fired Rotary Preheater Kiln
30501626	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Product Loading, Enclosed Truck
30501627	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Product Loading, Open Truck
30501628	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Pulverizing
30501631	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Crushing and Pulverizing After Calcinating
30501632	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Milling
30501633	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Separator After Hydrator
30501660	Industrial Processes	Mineral Products	Lime Manufacture	Waste Treatment
30504132	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Kaolin	Drying, apron dryer
30504140	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Kaolin	Calcining, rotary calciner
30504141	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Kaolin	Calcining, multiple hearth furnace
30504142	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Kaolin	Calcining, flash calciner
30504330	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Fire clay	Drying, rotary dryer
30504340	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Fire clay	Calcining, rotary calciner
30504430	Industrial Processes	Mineral Products	Clay processing: Bentonite	Drying, rotary dryer
30531001	Industrial Processes	Mineral Products	Coal Mining, Cleaning, and Material Handling (See 305010)	Fluidized Bed
30590001	Industrial Processes	Mineral Products	Fuel Fired Equipment	Distillate Oil (No. 2): Process Heaters
30600101	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	Oil-fired
30600102	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	Gas-fired
30600103	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	Oil
30600105	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	Natural Gas
30600111	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	No. 6 Oil
30600199	Industrial Processes	Petroleum Industry	Process Heaters	Other Not Elsewhere Classified
30600201	Industrial Processes	Petroleum Industry	Catalytic Cracking Unit	Fluid Catalytic Cracking Unit
30600401	Industrial Processes	Petroleum Industry	Blowdown Systems	Blowdown System with Vapor Recovery System with Flaring
30600801	Industrial Processes	Petroleum Industry	Fugitive Emissions	Pipeline Valves and Flanges
30600802	Industrial Processes	Petroleum Industry	Fugitive Emissions	Vessel Relief Valves
30600816	Industrial Processes	Petroleum Industry	Fugitive Emissions	Flanges: All Streams
30600821	Industrial Processes	Petroleum Industry	Fugitive Emissions	Drains: All Streams
30600901	Industrial Processes	Petroleum Industry	Flares	Distillate Oil
30600903	Industrial Processes	Petroleum Industry	Flares	Natural Gas
30600904	Industrial Processes	Petroleum Industry	Flares	Process Gas
30600905	Industrial Processes	Petroleum Industry	Flares	Liquified Petroleum Gas
30600999	Industrial Processes	Petroleum Industry	Flares	Not Classified
30601101	Industrial Processes	Petroleum Industry	Asphalt/Bitumen Production	Asphalt Blowing
30601301	Industrial Processes	Petroleum Industry	Coke Handling System	Storage/Transfer
30601401	Industrial Processes	Petroleum Industry	Petroleum Coke Calcining	Calciner
30601599	Industrial Processes	Petroleum Industry	Bauxite Burning	Other Not Classified
30601601	Industrial Processes	Petroleum Industry	Catalytic Reforming Unit	General
30601701	Industrial Processes	Petroleum Industry	Catalytic Hydrotreating Unit	All Not Elsewhere Classified
30602001	Industrial Processes	Petroleum Industry	Crude Unit Atmospheric Distillation	All Not Elsewhere Classified
30602201	Industrial Processes	Petroleum Industry	Gasoline Blending Unit	All Not Elsewhere Classified
30602301	Industrial Processes	Petroleum Industry	Hydrocracking Unit	All Not Elsewhere Classified
30603201	Industrial Processes	Petroleum Industry	Sour Gas Treating Unit	All Not Elsewhere Classified
30609901	Industrial Processes	Petroleum Industry	Incinerators	Distillate Oil (No. 2)
30609902	Industrial Processes	Petroleum Industry	Incinerators	Residual Oil
30609904	Industrial Processes	Petroleum Industry	Incinerators	Process Gas
30609905	Industrial Processes	Petroleum Industry	Incinerators	Liquified Petroleum Gas (LPG)
30610001	Industrial Processes	Petroleum Industry	Lube Oil Refining	All Not Elsewhere Classified
30630006	Industrial Processes	Petroleum Industry	Re-refining of Lube Oils and Greases	Storage Tank: Waste Oil

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30630007	Industrial Processes	Petroleum Industry	Re-refining of Lube Oils and Greases	Storage Tank: Finished Product
30700101	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Digester System - Continuous or Batch
30700104	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Recovery Furnace/Direct Contact Evaporator
30700105	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Smelt Dissolving Tank
30700106	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Lime Kiln
30700108	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Fluid Bed Calciner
30700110	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Recovery Furnace/Indirect Contact Evaporator
30700199	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sulfate (Kraft) Pulping	Other Not Classified
30700401	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Paper and Paperboard Manufacture	Paper Machine / Pulp Dryer
30700405	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Pulpboard Manufacture	Paper/Board Forming
30700604	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Particleboard Manufacture	Direct Wood-fired Rotary Dryer, Unspecified Pines, :900F Inlet Air
30700610	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Particleboard Manufacture	Direct Wood-fired Rotary Dryer, Hardwoods
30700699	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Particleboard Manufacture	Other Not Classified
30700701	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Plywood Operations	General: Not Classified
30700710	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Plywood Operations	Sawing Operations: Dry Veneer and Plywood Trimming
30700746	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Plywood Operations	Direct Wood-Fired Dryer: Non-specified Fir Species Veneer
30700801	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sawmill Operations	Log Debarking
30700802	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sawmill Operations	Log Sawing
30700805	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sawmill Operations	Planing/Trimming: Cyclone Exhaust
30700896	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Sawmill Operations	Other Not Classified
30700921	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Medium Density Fiberboard (MDF) Manufacture	Direct Wood-fired Tube Dryer, Unspecified Pines
30700923	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Medium Density Fiberboard (MDF) Manufacture	Pressurized Refiner/Primary Tube Dryer: Direct Wood-fired: Blowline Blend: Urea Formaldehyde Resin: Softwood
30700925	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Medium Density Fiberboard (MDF) Manufacture	Pressurized Refiner/Primary Tube Dryer: Direct Wood-fired: Blowline Blend: Urea Formaldehyde Resin: Hardwood
30700950	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Medium Density Fiberboard (MDF) Manufacture	Reconstituted Wood Products Press: Continuous: Urea Formaldehyde Resin
30701015	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Oriented Strandboard (OSB) Manufacture	Rotary Strand Dryer: Direct Wood-fired: Mixed Softwood/Hardwood
30701053	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Oriented Strandboard (OSB) Manufacture	Reconstituted Wood Products Press: Phenol Formaldehyde Resin
30701220	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Mechanical Pulping Operations	Thermomechanical Process and Chemithermomechanical Pulping
30701612	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Laminated Veneer Lumber (LVL) Manufacture	Press: Phenol Formaldehyde Resin
30701630	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Laminated Veneer Lumber Manufacture	I-Joist manufacture: I-Joist, curing chamber
30702098	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Furniture Manufacture	Other Not Classified
30702099	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Furniture Manufacture	Other Not Classified
30703096	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Miscellaneous Wood Working Operations	Sanding/Planing Operations: Specify



CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
30704003	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Bulk Handling and Storage - Wood/Bark	Unloading
30788801	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Fugitive Emissions	Specify in Comments Field
30788802	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Fugitive Emissions	Specify in Comments Field
30790001	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Fuel Fired Equipment	Distillate Oil (No. 2): Process Heaters
30799998	Industrial Processes	Pulp and Paper and Wood Products	Other Not Classified	Other Not Classified
30800701	Industrial Processes	Rubber and Miscellaneous Plastics Products	Fiberglass Resin Products	Plastics Machining: Drilling/Sanding/Sawing/ etc.
30800703	Industrial Processes	Rubber and Miscellaneous Plastics Products	Fiberglass Resin Products	Solvent Consumption
30800704	Industrial Processes	Rubber and Miscellaneous Plastics Products	Fiberglass Resin Products	Adhesive Consumption
30900202	Industrial Processes	Fabricated Metal Products	Abrasive Blasting of Metal Parts	Sand Abrasive
31000305	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Natural Gas Processing	Amine Process
31000401	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Distillate Oil (No. 2)
31000402	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Residual Oil
31000403	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Crude Oil
31000411	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Distillate Oil (No. 2): Steam Generators
31000412	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Residual Oil: Steam Generators
31000413	Industrial Processes	Oil and Gas Production	Process Heaters	Crude Oil: Steam Generators
39000689	Industrial Processes	In-process Fuel Use	Natural Gas	General
40200101	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Paint: Solvent-base
40200201	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Paint: Water-base
40200301	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Varnish/Shellac
40200701	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Adhesive Application
40200706	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Adhesive: Solvent Mixing
40200707	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Adhesive: Solvent Storage
40200710	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Adhesive: General
40200711	Chemical Evaporation	Surface Coating Operations	Surface Coating Application - General	Adhesive: Spray
50100101	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Modular Starved Air Combustor
50100102	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Mass Burn Combustor
50100104	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Mass Burn Refractory Wall Combustor
50100105	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Mass Burn Waterwall Combustor
50100106	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Mass Burn Rotary Waterwall Combustor
50100107	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Municipal Waste Incineration	Modular Excess Air Combustor
50100505	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Government	Other Incineration	Medical Waste Incinerator, unspecified type, Infectious wastes only
50200101	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration	Multiple Chamber
50200102	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration	Single Chamber
50200103	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration	Controlled Air
50200301	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Apartment Incineration	Flue Fed
50200302	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Apartment Incineration	Flue Fed with Afterburner and Draft Controls

CCF8	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
50200501	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration: Special Purpose	Med Waste Controlled Air Incin-aka Starved air, 2-stg, or Modular comb
50200503	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration: Special Purpose	Medical Waste Rotary Kiln Incinerator
50200505	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Commercial/Institutional	Incineration: Special Purpose	Medical Waste Incinerator, unspecified type, Infectious wastes only
50300101	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Multiple Chamber
50300102	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Single Chamber
50300103	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Controlled Air
50300105	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Conical Design (Tee Pee): Wood Refuse
50300111	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Mass Burn Refractory Wall Combustor
50300112	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Mass Burn Waterwall Combustor
50300113	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Mass Burn Rotary Waterwall Combustor
50300114	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Modular Starved Air Combustor
50300115	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Modular Excess Air Combustor
50300501	Waste Disposal	Solid Waste Disposal - Industrial	Incineration	Hazardous Waste

Fuente: Elaboración propia a partir de definiciones de la EPA.

7.3. TIPOS DE MATERIAL PARTICULADO CONSIDERADOS

Para el material particulado (MP) existen diversos FE estimados, los cuales difieren según la metodología empleada para su medición, por lo que es necesario justificar cuál de estos FE se recomendó utilizar en la guía.

En el levantamiento de factores de emisión del AP42 de la US-EPA se distinguen los siguientes tipos de factores para el MP:

- MP filtrado (*filterable*)
- MP condensado (*condensable*)
- MP primario (*primary*)

El MP primario consiste en aquella emisión que va directamente hacia la atmosfera desde la fuente de emisión. Se compone del MP condensable y del MP filtrable (Ricardo Energy & Environment, 2016).

El MP filtrado corresponde a aquellas emisiones que se pueden atrapar mediante un filtro (Ricardo Energy & Environment, 2016). Los factores de emisión para estos MP son estimados bajo el método 5 (US-EPA, 2019) en donde el MP se extrae isocinéticamente de la fuente y luego es atrapado en un filtro de fibra de vidrio (US-EPA, 2019). Finalmente, la masa del MP se determina gravimétricamente después de la eliminación del agua no combinada.



El MP condensado se refiere al MP emitido en forma de vapor y que después se convierte en partículas en estado sólido o líquido al enfriarse y diluirse en la atmosfera (Ricardo Energy & Environment, 2016). Según UNECE (UNECE, 2018), se confirma que el MP condensable es uno de los factores en la diferencia entre el MP2.5 modelado y observado debido a que en los reportes globales hasta el 2016 no se especifica si en la definición de MP se incluye el componente condensable. El MP condensado es la suma total del MP condensado orgánico junto al inorgánico, su diferencia dependerá del tipo de combustible empleado en el proceso. El MP condensable proveniente de la naturaleza es principalmente inorgánico.

En Chile, el decreto 59 (CONAMA, 1998) establece cuatro métodos para la medición de MP10 los cuales corresponden a métodos gravimétricos mediante el uso de filtros. Por otro lado, el decreto 12 (Ministerio del Medio Ambiente, 2011) establece que se deben emplear instrumentos de medición incluidos en la lista de Métodos Denominados de Referencia y Equivalentes de la US-EPA o que cuenten con certificación de alguna agencia de los países de la Comunidad Europea para la medición de MP2.5.

En primera instancia, dado que las metodologías de muestreo de estaciones de monitoreo en zonas industriales (Centro Mario Molina, 2017) están certificadas por US-EPA y corresponden a metodologías de uso de filtros, se recomendó por defecto en la guía los factores de emisión para MP filtrado, en caso de existir varios para un mismo CCF8. La anterior recomendación se ajustó a condiciones propias de cada CCF8, como tipo de emisión.

7.4. DEFINICIÓN EQUIPOS DE ABATIMIENTO CONSIDERADOS

La Tabla 7-3 presenta los equipos de abatimiento listados en la Sección 3.1 (Tabla 3-1) y considerados en esta Guía, por tipo de contaminante controlado.

TABLA 7-3. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE ABATIMIENTO POR TIPO DE CONTAMINANTE CONTROLADO

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
COV	Controles adicionales	Medida genérica de control que comprende la implementación de medidas de control adicionales adecuadas a una fuente. Los controles adicionales pueden incluir, por ejemplo, en el caso de la impresión litográfica e impresión tipográfica, técnicas de control recomendadas para reducir las emisiones de COV de tintas, recubrimientos y adhesivos, especialmente asociadas a materiales de limpieza mediante el uso de prácticas de trabajo (por ej. mantener cerrados los contenedores de solventes, realizar operaciones de limpieza, transportar materiales de limpieza en contenedores cerrados, etc.).
	Antorcha	Dispositivo que permite la combustión de COV. El dispositivo se ubica a cierta distancia de seguridad del proceso principal, a nivel de suelo o bien en altura. La combustión ocurre en un quemador por donde fluye una mezcla de combustible, los COV y aire o vapor de agua. Este último se utiliza para promover el mezclado y eficiencia en la combustión y destrucción de los COV.
	Tratamiento de aguas residuales	Se pueden controlar las emisiones de COV asociadas al tratamiento de aguas residuales conteniendo restos de petróleo. Esto corresponde, por ejemplo, a la eliminación de vapor de aguas residuales mediante el uso de un sistema de extracción de vapor (EPA, 1992).

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
MP	Incineradores Catalíticos	<p>La medida de control se basa en la reducción de emisiones por el uso de incineradores catalíticos. Estos incineradores usan un catalizador para lograr eficiencias de control muy altas a temperaturas de funcionamiento relativamente bajas (320 a 650 ° C).</p> <p>Esta consiste en destruir los COV en vez de recuperarlos, generando como resultado CO₂ y H₂O, y SO₂ o HCl cuando existan compuestos sulfurados o clorados. El SO₂ o HCl debe ser recuperado con un lavador de gases adicional.</p> <p>Para ser incinerado, el gas con los COV sigue los siguientes pasos. En primer lugar, es precalentado al pasar por un intercambiador de calor por donde también pasa el gas alta temperatura que sale del proceso. En segundo lugar, se aumenta aún más su temperatura combustionando un combustible de respaldo como puede ser gas natural. En tercer lugar, el gas con COV entra en la cámara de combustión del incinerador catalítico. En esta cámara, el gas con COV es mezclado con un combustible de respaldo para apoyar su combustión, ya que los COV por si solos no liberan suficiente energía para mantener el proceso. En esta etapa, la presencia de un lecho catalítico disminuye la temperatura necesaria para la combustión. De esta forma, se reduce la cantidad de combustible necesaria para precalentar el gas. Finalmente, el gas a alta temperatura que sale de la cámara de combustión pasa por un intercambiador de calor para transferir calor al gas con COV entrante al sistema (Jorquera, 2015).</p>
	Recuperación de gas	Los COV pueden ser recuperados del gas mediante condensación. Para esto, un equipo de refrigeración disminuye la temperatura del gas a una presión constante. A continuación el agua condensada con COV sale del equipo.
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural	<p>La sustitución de combustible implica reemplazar el combustible actual con un combustible que emite menos contaminantes cuando se quema, y permite así reducir las emisiones asociadas de MP, por ejemplo. Para muchas calderas antiguas, el cambio de combustible es una opción especialmente atractiva porque la inversión de capital suele ser pequeña en comparación con la de los dispositivos de control.</p> <p>Existen varias alternativas de sustitución posibles, a comparar según el panorama local del país/región en el cual se quiera realizar dicho cambio.</p>
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo destilado	
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo residual	
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso	
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural	
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo destilado	
	Cambio de combustible - Petróleo residual a gas natural	
	Cambio de combustible - Petróleo residual a petróleo destilado	
Aglomerador Indigo	Equipo a instalar ante de un precipitador electroestático, en un ducto donde fluye gas a alta velocidad. Permite aglomerar partículas pequeñas con más grandes para aumentar la eficiencia del precipitador (DICTUC, 2008).	
Ciclón	El ciclón se basa en la fuerza centrífuga ejercida sobre las partículas presentes en una corriente de gas con trayectoria curvilínea. El equipo consiste en una cámara similar a un cilindro. En esta, el gas con partículas ingresa por el extremo superior y de forma tangencial al equipo. De esta forma el gas recorre el equipo siguiendo una trayectoria en espiral. Durante la trayectoria, las partículas colisionan con las paredes del equipo, debido al efecto de la fuerza centrífuga, y luego caen hasta el fondo de la cámara donde son removidas. El gas llega al fondo de la cámara y vuelve a ascender por un flujo central al espiral por el que descendió hasta salir por el extremo superior.	



CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Colector de polvo	Los colectores de polvo son filtros de tela hechos para capturar el polvo proveniente de los procesos y así bajar las emisiones de MP. Estos poseen restricciones de temperatura (un límite de 93.3 °C o 204.4 °C , dependiendo del medio filtrante) y son efectivos solo en aplicaciones de bajo flujo. Los colectores de polvo requieren menos espacio que los filtros fábrica, por lo que son útiles para áreas con restricciones de espacio.
	Filtro	Se entiende por filtro una tecnología que permita mediante filtrado, la separación mecánica o química de los contaminantes de un flujo de aire para convertirlo en aire limpio.
	Filtro diésel	El filtro diésel consiste en un cilindro con cerámica como catalizador en su interior. Un extremo del cilindro está abierto y es por dónde ingresa el gas. El otro extremo está cerrado, lo que obliga al gas a pasar por las paredes bañadas por el catalizador. En este proceso, el MP queda atrapado en las paredes del equipo. Debido a la alta temperatura que alcanza el filtro, las partículas de hollín se oxidan a CO ₂ y H ₂ O y fluyen al exterior del equipo (Filtros Diesel, n.d.).
	Filtro fábrica	Un filtro fábrica es un filtro de tela (fabric filter, or baghouse en inglés) que consiste en una serie de bolsas de tela colocadas en paralelo dentro de un recinto. El MP se recoge en la superficie de las bolsas a medida que la corriente de gas pasa a través de ellas. El MP se retira periódicamente de las bolsas y se recoge en tolvas ubicadas debajo de las bolsas. Se emplean varios métodos para facilitar la eliminación de partículas de las bolsas, que incluyen agitación, flujo de aire inverso y flujo de aire de pulso. La costo-efectividad obtenida del uso de un filtro fábrica varía según el tipo de filtro (tipo de filtro de aire inverso, tipo de agitador mecánico, tipo de chorro de pulso).
	Filtro papel y colector	El filtro de papel y colector es una tecnología que funciona mediante la circulación de una corriente de gas residual que pasa a través de los medios de fibrosos del filtro. Lo anterior permite que el MP en la corriente de gas se recoja en los medios mediante tamizado y otros mecanismos. Los diseños típicos de cartuchos asociados incluyen paneles planos, paquetes en forma de V o paquetes cilíndricos. Para ciertas aplicaciones, se pueden colocar dos cartuchos en serie. Esta medida de control de emisiones de MP se aplica por ejemplo a las operaciones de mecanizado como parte del procesamiento y producción de productos metálicos fabricados.
	Precipitador electroestático húmedo (PEH)	El principio de ionización es la base del funcionamiento de un precipitador electrostático, es decir, las partículas que pasan a través de las placas se ven afectadas por un campo eléctrico, lo que hace que estas se carguen eléctricamente. Los gases pasan por el interior de una cámara, lugar donde se crea el campo electrostático formado por electrodos de descarga (negativo) y electrodos colectores (positivo); ambos electrodos son de placas de cobre. Cuando pasa el gas por las placas, este se carga negativamente debido al principio de ionización, y es atraído a los electrodos colectores debido a su diferente carga eléctrica (Rodríguez, Alarcón Pinto, García Bedoya, & Benavides, 2017). Los precipitadores electrostáticos húmedos (PEH) se utilizan en situaciones en las cuales los precipitadores electrostáticos secos (PES) no son apropiados, tal como cuando el material por recolectarse está húmedo, pegajoso, es inflamable, es explosivo o tiene una resistividad alta. Además, a medida que las altas eficiencias de recolección se han vuelto más deseables, las aplicaciones de los PEH han aumentado. Los PEH son comúnmente utilizados en la industria textil, las industrias de productos de la madera, la industria metalúrgica, incluyendo los hornos de coque, y en plantas de producción de ácido sulfúrico, entre otras, aunque también se utilizan otros tipos de PE (EPA, 1999).
	Precipitador electroestático seco (PES)	Los precipitadores electrostáticos secos (PES) consisten en una circulación de gas entre placas con una gran diferencia de potencial. Esto genera movimiento en los electrones presentes en el gas y su ionización. Los iones presentes en el gas colisionan con el MP generando que las partículas se polaricen. Finalmente, estas partículas son atraídas hacia las placas de carga opuesta, en donde son atrapadas. Además, cada cierto tiempo ocurre una agitación mecánica de las placas, generando la caída de las partículas recolectadas para su posterior recolección.
	Scrubber húmedo	Los scrubber o lavadores húmedos permiten la realización de lavados húmedos a fin de controlar tanto por ejemplo las emisiones de MP. Para ello, se usan agentes lavantes como la cal.

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Scrubber Venturi	El funcionamiento del Scrubber Venturi consiste en la aspersión de un líquido, normalmente agua, sobre el gas con material particulado que ingresa a la cámara. De esta forma, las partículas se adhieren a las gotas de líquido que luego es removido como un licor concentrado desde el fondo de la cámara. Finalmente, el gas sale por un lado de la cámara. El diseño tipo Venturi se caracteriza por una cámara alargada con una sección más angosta en el centro. Esta sección obliga al flujo de gas a pasar por una menor área transversal. Como consecuencia, aumentan las probabilidades de encuentro entre las gotas de líquido y el material particulado presente en el gas. Además, en este tipo de lavador de gases, el gas va en la misma dirección que las gotas de líquido.
	Monitoreo - Aumento frecuencia monitoreo MP	El monitoreo mejorado de emisiones de MP2.5 en fuentes estacionarias significa aumentar la frecuencia de monitoreo de precipitadores electrostáticos, depuradores y filtros de tela de una vez al día a cuatro veces por hora, sin cambios en la técnica de monitoreo.
	Monitoreo - Mejora CEM y aumento frecuencia monitoreo MP	El monitoreo mejorado de emisiones de MP2.5 de técnica mejorada CEM y aumento de frecuencia monitoreo MP, permite implementar un monitoreo continuo de MP. Esta técnica de monitorización mejorado también resulta en un aumento de la frecuencia de la vigilancia. La frecuencia de monitoreo aumenta de una vez al día a ocho veces por hora.
	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón bituminoso	Las tecnologías claves empleadas en la actualización de un PES nivel 1 incluyen conjuntos de transformadores-rectificadores (TR) de alta frecuencia. La eficiencia de recolección de MP2.5 de un ESP se puede aumentar al aumentar el área de recolección específica.
	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón lignito	
	Mejora precipitador electrostático Nivel 1 - Carbón subbituminoso	
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón bituminoso	Las tecnologías claves empleadas en la actualización de un PES nivel 2 incluyen conjuntos de transformadores-rectificadores de alta frecuencia (TR) y nuevos componentes internos (electrodos rígidos, mayor espacio entre placas, mayor altura de placa). La eficiencia de recolección de MP2.5 de un ESP se puede aumentar al aumentar el área de recolección específica.
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón lignito	
	Mejora precipitador electrostático Nivel 2 - Carbón subbituminoso	
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón bituminoso	Las tecnologías claves empleadas en la actualización de un precipitador electrostático de nivel 3 incluyen conjuntos de transformadores-rectificadores de alta frecuencia (TR), componentes internos nuevos (electrodos rígidos, mayor espacio entre placas, mayor altura de placa) y un campo adicional. La eficiencia de recolección de MP2.5 de un ESP se puede aumentar al aumentar el área de recolección específica.
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón lignito	
	Mejora precipitador electrostático Nivel 3 - Carbón subbituminoso	
	Enfriador para planta de sinterización	Un enfriador de sinter de una planta de sinterización para su uso en metalurgia comprende una cámara de aire de enfriamiento y una cámara de enfriamiento de sinter incluyendo una placa base, que puede desplazarse sobre la misma, por ejemplo, por medio de ruedas que corren en un carril y que comprende un sello de gas de enfriamiento que incluye paredes de sellado inferiores (patentados.com, 2015).



CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Tratamiento superficial	La estabilización química es una opción de tratamiento superficial para carreteras sin pavimentar (aplicación de supresores de polvo). Los supresores químicos utilizados en el control del polvo de la carretera pueden ser agentes humectantes o aglutinantes. Los tipos principales de estos supresores son agua dulce o salada en combinación con un agente humectante; productos químicos higroscópicos y delicuescentes; aglutinantes orgánicos; ligantes derivados del petróleo; y algunos productos de desecho.
	Catalítico	Esta medida se centra en el control de las emisiones de MP de las parrillas. El uso de un oxidante catalítico, colocado encima de la parrilla en la pila y activado por el calor de la cocción, es uno de los mejores y más rentable dispositivo de control de emisiones para estos equipos. Las pruebas han demostrado que la mayoría de las emisiones de MP10 de las parrillas se miden a 2,5 micras o menos.
	Catalizador	Los catalizadores de oxidación reducen las emisiones al causar reacciones químicas sin ser cambiados o consumidos. Un sistema ad hoc generalmente consiste en una carcasa de acero que contiene una estructura metálica o cerámica que actúa como soporte o sustrato de catalizador. Los catalizadores transforman los contaminantes en gases inofensivos al provocar reacciones químicas en la corriente de escape. Las emisiones de MP se reducen por la transformación química de su fracción orgánica soluble en dióxido de carbono y agua.
	Lavado de carbón	El lavado de carbón (o limpieza de carbón) es un proceso de precombustión que mejora la calidad del carbón al eliminar las impurezas y aumentar su contenido de calor. Disminuye las emisiones de MP, así como las emisiones de SO ₂ . El lavado de carbón también puede ser efectivo para eliminar el mercurio (Hg) del carbón y las emisiones de las plantas de servicios públicos. Este control es aplicable a fuentes generadoras de electricidad alimentadas por carbón pulverizado de fondo seco y carbón bituminoso/subbituminoso.
NO _x	Torre de Absorción	La torre de absorción es un equipo que se basa en la aspersión de un líquido, normalmente agua, sobre el gas con material particulado que ingresa a la cámara. De esta forma, las partículas se adhieren a las gotas de líquido que luego es removido como un licor concentrado desde el fondo de la cámara. A diferencia del Scrubber Venturi, en este caso, el gas entra al equipo por la parte inferior y asciende mientras que las gotas de líquido son liberadas en la parte superior de la cámara y descienden por gravedad. El gas va en sentido opuesto a las gotas y sale por el extremo superior del equipo.
	Combustión de bajas emisiones	La reducción de las emisiones de NO _x se logra, por ejemplo, mediante la realización de una combustión pobre. Una relación equivalente Φ (razón entre la relación aire combustible estequiométrica y la real) de uno ($\Phi=1$) indica una relación estequiométrica de combustible-aire. Relaciones de equivalencia por debajo de uno indican condiciones de poco combustible en la combustión. Con combustión pobre, el exceso adicional de aire enfría la llama, lo cual reduce la temperatura de llama pico y reduce la tasa de formación térmica de NO _x . La combustión pobre se puede realizar mediante el uso de un combustor premezclado pobre, en el cual el aire y el combustible son premezclados en una relación pobre en combustible en comparación con la cantidad de aire, anteriormente a la introducción dentro de la zona de combustión. Cabe señalar que la combustión premezclada pobre no es tan efectiva en reducir los niveles de NO _x si se queman combustibles con alto nitrógeno (Tibaquirá, Juan, 2003). Este tipo de medida de control de emisiones es aplicable a hornos de recalentamiento de hierro y acero.
	Ignición retardada Diésel/ Petróleo	Uso de tecnologías de retardo de ignición para reducir las emisiones de NO _x . Esta medida de control de emisiones se aplica a los motores de gasolina, GLP, diésel y aceite IC con emisiones de NO _x superiores a 10 toneladas por año.
	Ignición retardada Gasolina	
	Inyección de agua	Inyección de agua en la turbina de gas a fin de reducir las temperaturas en las regiones formadoras de NO _x . El agua puede inyectarse en el combustible, el aire de combustión o directamente en la cámara de combustión. Esta medida de control de emisiones es aplicable a turbinas de gas aeroderivadas.

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Inyección de oxígeno	Uso de la cocción con oxígeno en hornos de fabricación de vidrio plano para reducir las emisiones de NO _x . El enriquecimiento de oxígeno se refiere a la sustitución de oxígeno por nitrógeno en el aire de combustión utilizado para quemar el combustible en un horno de vidrio. El enriquecimiento de oxígeno por encima del 90 por ciento a veces se llama "oxigenación".
	Inyección de oxígeno y agua	Inyección de agua en la turbina de gas, que permite reducir las temperaturas en las regiones formadoras de NO _x . El agua puede inyectarse en el combustible, el aire de combustión o directamente en la cámara de combustión. Esta medida de control es aplicable a las calderas de gas natural y gas de proceso con emisiones de NO _x no controladas superiores a 10 toneladas por año.
	Inyección de vapor	Inyección de vapor en la turbina de gas, que permite reducir las temperaturas en las regiones formadoras de NO _x . El vapor puede inyectarse en el combustible, el aire de combustión o directamente en la cámara de combustión. Esta medida de control es aplicable a las turbinas de gas a gas natural con emisiones no controladas de NO _x superiores a 10 toneladas por año.
	Eficiencia energética	Una medida de control considerada para conseguir mayor eficiencia energética corresponde a la modificación del proceso de producción de cemento a fin de mejorar la eficiencia del combustible, aumentar la capacidad y la estabilidad operativa del horno. Las reducciones de NO _x resultan del aumento de la productividad y el uso reducido de energía. Por ejemplo, los sistemas de monitoreo de emisiones continuas (CEMS) apuntan específicamente a disminuir las emisiones de NO _x mediante el control de procesos. Los CEMS permiten a los operadores monitorear continuamente las emisiones de oxígeno y monóxido de carbono en los gases de escape del horno de cemento. Los niveles de estos gases indican la cantidad de exceso de aire en la zona de combustión. A un nivel de exceso de aire dado, las emisiones de NO _x aumentan a medida que aumenta la temperatura. Conocer el nivel de exceso de aire permite a los operadores mantener una temperatura más baja y, por lo tanto, minimizar la creación de NO _x . Dicha medida de control de emisiones es aplicable a los hornos de proceso húmedo y seco, así como a aquellos con precalentadores o precalcinadores. Finalmente, cabe señalar lo anterior es un ejemplo de una medida que puede ser parte de una política general fomentando programas y medidas de eficiencia energética (EE) que reduzcan las emisiones indirectamente al alentar el ahorro de energía y reducir la demanda de electricidad de las EGU.
	Ajuste ratio aire/combustible	Uso de aire/combustible y retardo de ignición para reducir las emisiones de NO _x . Esto es aplicable a los motores de combustión interna a gasolina con emisiones de NO _x no controladas superiores a 10 toneladas por año.
	Cambio de composición	Cambio en la formulación del cemento al agregar escoria de acero a fin de reducir las temperaturas de clinkering y suprimir el NO _x . La técnica de modificación de alimentación patentada conocida como Proceso CemStar es un proceso de modificación de alimentación sin procesar que puede reducir las emisiones de NO _x en aproximadamente un 30% y aumentar la producción en aproximadamente un 15%. Implica la adición de una pequeña cantidad de escoria de acero a la alimentación del horno crudo. La escoria de acero tiene una composición química similar al clinker y muchas de las reacciones químicas necesarias para convertir la escoria de acero en clinker tienen lugar en el horno de acero. Al sustituir la escoria de acero por una parte de las materias primas, las instalaciones pueden aumentar la eficiencia térmica y, por lo tanto, reducir las emisiones de NO _x . Este control es aplicable a hornos de proceso húmedo y seco, así como a aquellos con precalentadores o precalcinadores.
	Impulso eléctrico	Uso de tecnologías de impulso eléctrico para reducir las emisiones de NO _x de las operaciones, como por ejemplo, de fabricación de envases de vidrio.
	Pre calentamiento de cullet	Uso de tecnologías de pre calentamiento de cullet (restos de vidrio) para reducir las emisiones de NO _x de las operaciones de fabricación de vidrio. Esto es aplicable a las operaciones de fabricación de envases de vidrio.



CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Reducción térmica	La reducción térmica se aplica a las fuentes de fabricación de ácido adípico para reducir las emisiones de NO _x . Permite reducir el NO _x por reacción con el exceso de combustible en un entorno reductor. La corriente cargada de NO _x y el exceso de mezcla de combustible pasan a través de un quemador donde la mezcla se calienta por encima de su temperatura de ignición. Los gases calientes luego pasan a través de una o más cámaras para proporcionar tiempo de residencia suficiente para asegurar la combustión completa.
	Requemado de gas	El requemado de gas corresponde a un reacondicionamiento de gas natural aplicable a fin de reducir las emisiones de NO _x . Gracias a esta tecnología, se desvían los gases, desde de la entrada de calor del combustible principal, a lugares por encima de los quemadores principales, llamada zona de regeneración. A medida que el gas de combustión pasa a través de la zona de regeneración, una porción del NO _x formado en la zona de combustión principal se reduce por los radicales hidrocarbonados y se convierte en nitrógeno molecular (N ₂). Este tipo de medida de control de emisiones se aplica a las calderas ICI de carbón/ciclón con emisiones no controladas de NO _x superiores a 10 toneladas por año.
	Quemador de bajo NO _x	Uso de la tecnología de quemador de bajo NO _x para reducir las emisiones de NO _x . Reducen la cantidad de NO _x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. Este control es aplicable a equipos que producen emisiones de NO _x no controladas superiores a 10 toneladas por año.
	Quemador de bajo NO _x y exceso de aire	Uso de la tecnología de quemador de bajo NO _x y Over Fire Air (OFA) para reducir las emisiones de NO _x . Los quemadores de bajo NO _x reducen la cantidad de NO _x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. En este caso, se aplica, por ejemplo, a las calderas ICI de carbón bituminoso industrial/comercial/institucional y a las calderas de carbón de pared.
	Quemador de bajo NO _x y recirculación de gas	Uso de la tecnología de quemador de bajo NO _x y la recirculación de gases de combustión para reducir las emisiones de NO _x . Los quemadores de bajo NO _x reducen la cantidad de NO _x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. Este control es aplicable a equipos que producen emisiones de NO _x no controladas superiores a 10 toneladas por año. La recirculación de gases de combustión interna se refiere a una recirculación de gases en el interior del cabezal del quemador, y los gases procedentes de la combustión se recirculan de nuevo sobre la llama. En cambio, la recirculación de gases de combustión externa es antiguo método con el que se puede mantener con eficacia las emisiones de NO _x en un nivel muy bajo, mediante el uso de un ventilador independiente de recirculación de gases o un conducto instalado a la entrada del ventilador de aire de combustión creando una especie de venturi al mezclarse con el propio aire de combustión (E&M Combustión, 2016).
	Quemador de bajo NO _x y reducción catalítica selectiva	Uso de la tecnología de quemador de bajo NO _x y de la reducción catalítica selectiva para reducir las emisiones de NO _x . Los quemadores de bajo NO _x reducen la cantidad de NO _x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno, al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. La reducción catalítica selectiva (véase a continuación la definición asociada en la presente tabla) se realiza mediante el uso de tecnologías de control post-combustión basadas en la reducción química de los óxidos de nitrógeno (NO _x) en nitrógeno molecular (N ₂) y vapor de agua (H ₂ O). Se utiliza un catalizador para aumentar la eficiencia de eliminación de NO _x , lo que permite que el proceso ocurra a temperaturas más bajas. Esto es aplicable a operaciones de recocido de hierro y acero con emisiones no controladas de NO _x superiores a 10 toneladas por año.

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	<p>Quemador de bajo NO_x y reducción no catalítica selectiva</p>	<p>Uso de tecnología de quemador de bajo NO_x y reducción selectiva no catalítica para reducir las emisiones de NO_x. Los LNB reducen la cantidad de NO_x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. Los controles SNCR son tecnologías de control posterior a la combustión basadas en la reducción química de los óxidos de nitrógeno (NO_x) en nitrógeno molecular (N₂) y vapor de agua (H₂O). Este control es aplicable a los calentadores de proceso a gas licuado y a petróleo destilado con emisiones de NO_x no controladas superiores a 10 toneladas por año.</p>
	<p>Quemador ultra bajo NO_x</p>	<p>Uso de tecnologías adicionales de quemador de NO_x ultra bajo (ULNB) para reducir las emisiones de NO_x. Los LNB reducen la cantidad de NO_x creado a partir de la reacción entre el nitrógeno del combustible y el oxígeno al disminuir la temperatura de una zona de combustión y la cantidad de oxígeno disponible en otra. Los controles SCR son tecnologías de control posteriores a la combustión basadas en la reducción química de los óxidos de nitrógeno (NO_x) en nitrógeno molecular (N₂) y vapor de agua (H₂O). Este control se aplica a los calentadores de proceso de petróleo destilado y calentadores de proceso de GLP con emisiones de NO_x no controladas superiores a 10 toneladas por año.</p>
	<p>Reducción catalítica no selectiva</p>	<p>La reducción catalítica no selectiva es un mecanismo de captura post combustión, que puede ser ocupado en conjunto con el uso de quemadores de baja emisión de NO_x o de reducción catalítica selectiva, gracias a una característica especial que es su buen comportamiento a altas temperaturas. Los sistemas de reducción catalítica no selectiva utilizan un reactivo que es inyectado en los corrientes de gases de escape calientes después de la combustión, reaccionando con el NO_x, convirtiéndolo en nitrógeno molecular y agua. El reactivo puede reaccionar con varios componentes de los gases de combustión, sin embargo, la reacción con el NO_x se encuentra favorecida en un determinado rango de temperatura y presencia de oxígeno, por lo que se considera un proceso selectivo. La mezcla del reactivo y gas de combustión junto al calor de la caldera proporcionan los elementos y energía necesarios para la reacción de reducción. Las moléculas de NO_x son reducidas y el gas de combustión que reaccionó sale entonces de la caldera como nitrógeno y agua (PUC, 2001). Los motores que funcionan con reducción catalítica no selectiva requieren control de aire/combustible para mantener una alta efectividad de reducción.</p>
	<p>Reducción catalítica selectiva</p>	<p>La reducción catalítica selectiva es una reducción catalizada de NO_x a nitrógeno elemental y agua. Para ello, en primer lugar, el gas con NO_x es mezclado con un reactivo de amoníaco o urea. En segundo lugar, la mezcla entra a una cámara de reacción en donde se encuentra un catalizador. En esta cámara el reactivo reacciona selectivamente con el óxido de nitrógeno para reducirlo. Esta reacción es favorecida por los sitios activados del catalizador y el calor que trae el gas al provenir de una combustión. Finalmente, el gas, el nitrógeno elemental y el vapor de agua fluyen fuera del equipo (Better Technologies, Patricio, & Jorge, 2012).</p>
	<p>Reducción catalítica selectiva e inyección de agua</p>	<p>La reducción catalítica selectiva de NO_x se realiza con el uso de una tecnología adicional, un sistema de inyección de agua. Se trata de tecnologías de control posteriores a la combustión basadas en la reducción química de los óxidos de nitrógeno (NO_x) en nitrógeno molecular (N₂) y vapor de agua (H₂O). Esto se realiza mediante el uso de un catalizador para aumentar la eficiencia de eliminación de NO_x, lo que permite que el proceso ocurra a temperaturas más bajas. Lo anterior se puede aplicar a las turbinas de gas a gas natural con emisiones no controladas de NO_x superiores a 10 toneladas por año.</p>
	<p>Reducción catalítica selectiva e inyección de vapor</p>	<p>La reducción catalítica selectiva e inyección de vapor consiste en el uso de tecnologías adicionales de control, durante la etapa posterior a la combustión, basadas en la reducción química de los óxidos de nitrógeno (NO_x) en nitrógeno molecular (N₂) y vapor de agua (H₂O). Para ello, se utiliza un catalizador a fin de aumentar la eficiencia de eliminación de NO_x, lo que permite que el proceso tenga lugar a temperaturas más bajas. Esto se aplica a las turbinas de gas natural con emisiones de NO_x superiores a 10 toneladas por año.</p>



CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Reducción catalítica selectiva regenerativa	La reducción catalítica selectiva regenerativa de NO _x es una tecnología de control posterior a la combustión que combina un oxidante térmico regenerativo (p. Ej., Quemador de cámara de retención) con tecnología convencional (se puede utilizar amoníaco anhidro o acuoso). La aplicación principal de un sistema de reducción catalítica selectiva regenerativa es la reducción de las emisiones de NO _x especialmente para aplicaciones finales de baja temperatura (donde el gas de combustión es típicamente a 148.9 ° C-204.4 ° C). Este tipo de medida de control de emisiones se aplica a calderas industriales/comerciales/institucionales que se queman con corteza de madera o desechos.
	Reducción selectiva no catalítica	La reducción selectiva no catalítica alcanza la reducción de NO _x por medio de la adición de un reactivo reductor a base de nitrógeno, para reducir el NO _x en nitrógeno molecular (N ₂) y vapor de agua (H ₂ O). Este reactor se debe adicionar en la ventana de temperaturas adecuada (870 - 1.090 °C) sin usar catalizador. La implementación de esta medida implica un control estricto de la temperatura. Si la temperatura es inadecuadamente baja se presenta escape de amoníaco, y si la temperatura es mayor de 1090°C se presenta la oxidación del amoníaco. Las aplicaciones conocidas (18 hornos en Europa y 9 en Norteamérica) indican que la reducción de NO _x depende de la relación NH ₃ /NO ₂ y las eficiencias pueden llegar a estar entre 10 y 85% (IPPC, 2001). Una variante para este proceso es el proceso BSI (por las siglas en inglés de Bio-solids Injection) (Hoyos, 2008). La reducción selectiva no catalítica se aplica a fuentes de generación de electricidad alimentadas con gas natural tangencialmente con una capacidad de placa superior a 25 MW.
	Reducción selectiva no catalítica - Amoniaco	Proceso de reducción selectiva no catalítica cuyo reactivo reductor a base de nitrógeno utilizado es el amoníaco.
	Reducción selectiva no catalítica - Urea	Proceso de reducción selectiva no catalítica cuyo reactivo reductor a base de nitrógeno utilizado es la urea.
	Requemado de carbón	Proceso de regeneración del carbón que permite reducir las emisiones de NO _x . Dicha medida es aplicable a las calderas ICI de carbón/ciclón.
	Absorción dual	El proceso de doble absorción para hacer ácido sulfúrico a partir de gas residual que contiene SO ₂ es esencialmente el mismo que el proceso de contacto único con la adición de una torre de absorción entre pasadas. El gas residual se limpia y se seca como en el proceso de contacto único antes de ingresar al proceso. Al salir del segundo o tercer lecho de catalizador, el gas se enfría y se introduce en una torre de absorción de contracorriente de lecho empacado donde entra en contacto con ácido sulfúrico al 98-99%. Después de la torre de absorción, el gas se vuelve a calentar y se pasa al tercer o cuarto lecho de catalizador, donde aproximadamente el 97% del SO ₂ restante se convierte en SO ₃ y se pasa a la torre de absorción final para convertirlo en ácido sulfúrico como en el proceso de contacto único .
	Adición absorbente	Para reducir emisiones de SO ₂ de procesos específicos, se pueden adicionar absorbentes. Esto es una práctica común, por ejemplo, en la industria cementera es común encontrar medidas secundarias como la adición de cal apagada, en la que se aplica una cantidad de cal apagada entre el horno y el precalcinador (o precalentador), lográndose eficiencias de remoción de SO ₂ entre 80 y 90%. El producto es el CaSO ₄ que se incorpora al clínker. Otra medida es la absorción en lecho fluidizado circulante, en la que se usa Ca(OH) ₂ /material crudo adicionado en una columna venturi donde se mezcla con los gases. La segunda medida es preferible en el caso de hornos cementeros húmedos (Hoyos, 2008).

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a gas natural	<p>La sustitución de combustible implica reemplazar el combustible actual con un combustible que emite menos contaminante cuando se quema. Para muchas calderas antiguas, el cambio de combustible es una opción especialmente atractiva porque la inversión de capital suele ser pequeña en comparación con la de los dispositivos de control.</p> <p>La costo-efectividad de dicha medida de control de emisiones varía según los rangos de los combustibles antiguos y nuevos y se estima en función de los factores de emisión.</p>
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a lignito	
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 2	
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a petróleo n 4	
	Cambio de combustible - Carbón bituminoso a subbituminoso	
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a gas natural	
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a lignito	
	Cambio de combustible - Carbón subbituminoso a petróleo n 2	
	Cambio de combustible - Petróleo destilado 0.3% S a 0.05% S	
	Cambio de combustible - Petróleo n 2 a gas natural	
	Cambio de combustible - Petróleo n 4 a gas natural	
	Cambio de combustible - Petróleo n 4 a petróleo n 2	
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a gas natural	
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 2	
	Cambio de combustible - Petróleo n 6 a petróleo n 4	
	Cambio de combustible - Petróleo residual 1% S a 0.5% S	
	Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 0.2% S	
	Cambio de combustible - Petróleo residual 3% S a 1% S	
	Scrubber - Desulfurización de gases	<p>Los scrubber de desulfuración de gases de combustión pueden ser sistemas húmedos o secos. En sistemas húmedos, se rocía un sorbente líquido en el gas de combustión en un recipiente absorbente. Los reactivos a base de cal se utilizan con mayor frecuencia en depuradores en los Estados Unidos. Los sistemas de desulfuración de gases de combustión secos y semisecos incluyen secadores por pulverización e inyección seca en un conducto o una zona de combustión.</p>
	Scrubber alcalino	<p>El SO₂ se puede eliminar con una solución alcalina (con una recuperación de hasta el 97%) que permite bajar las emisiones de SO₂.</p>



CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Scrubber húmedo	Los scrubber húmedos o lavadores húmedos pueden ser de piedra caliza y de cal – magnesio, entre otros. Estos a su vez pueden ser de oxidación natural, forzada e inducida. Los lavadores de cal y piedra caliza usan lodos de cal y piedra caliza, respectivamente. Los gases que salen del horno pasan primero por un enfriador gas/agua antes de entrar al lavador de gases a una temperatura de 115 °C. En el lavador, el SO ₂ se absorbe en un lodo cargado con los sólidos y reacciona con la piedra caliza CaCO ₃ para producir CO ₂ (g) y CaSO ₃ que posteriormente se oxida, los gases limpios salen libres de SO ₂ a una temperatura de 70 °C (Hoyos, 2008).
	Sistema de cal	El sistema de cal utiliza una fina pulverización de cal apagada (Ca(OH) ₂) para absorber SO ₂ en el depurador, lo que resulta en la formación de sulfato de calcio o sulfito de calcio. El sulfato de calcio/sulfito resultante se elimina, junto con las cenizas volantes, en un filtro fábrica, por ejemplo. El sistema de cal es una de las tecnologías preferidas en todo el mundo. El costo por tonelada en la lista es para unidades de más de 200 MW.
	Sistema de cal en base a caliza	El sistema de cal en base a caliza consiste en una oxidación forzada de piedra caliza, proceso basado en el lavado húmedo de piedra caliza que reduce la incrustación, y elimina la necesidad de verter el producto de desecho. Es una de las tecnologías preferidas a nivel mundial.
	Sistema de cal en base a magnesio	El sistema de cal en base a magnesio consiste en usar cal apagada, que contiene hidróxido de calcio [Ca(OH) ₂] y una porción de hidróxido de magnesio [Mg(OH) ₂], para generar una reacción con SO ₂ . Es una de las tecnologías preferidas a nivel mundial.
	Inyección sorbente	La tecnología de inyección de sorbentes de ductos utiliza la caldera y el sistema de ductos existentes como el "reactor", y existen varias configuraciones posibles en función de la ventana de temperatura deseada. Las tecnologías DSI incluyen reactivos de calcio (cal) y sodio (trona) y actualmente se están probando o demostrando dentro del sector de calderas ICI.
	Eficiencia scrubber	Las configuraciones típicas de recuperación de azufre en las refinerías de petróleo implican el uso del proceso de recuperación de azufre Claus seguido de una unidad de limpieza de gases de cola (TGCU) para maximizar la eliminación de H ₂ S. Hay varias modificaciones de proceso disponibles para aumentar la recuperación de azufre de este proceso (cabe señalar que dan como resultado un aumento de las emisiones de CO ₂ a la atmósfera).
	Cambio de fuente de energía	Para realizar un cambio de fuente de energía, el sistema de manejo de carbón y la caldera de una planta se reemplazan con nuevas turbinas de combustión y una caldera de recuperación de calor. La única parte importante de la planta que se mantiene es el generador de turbina original. El ciclo combinado de gasificación integrado (IGCC, por sus siglas en inglés) es una opción de repotenciación que requiere un amplio equipo de gasificación para generar gas sintético a partir del carbón para alimentar las turbinas de gas. Las plantas de IGCC ofrecen la capacidad de eliminar el Hg del gas de síntesis comprimido antes de la combustión, donde el volumen de gas tratado es mucho menor que el volumen de flujo de baja presión después de la combustión.
	Catalizador	Uso de catalizadores que permiten disminuir las emisiones de SO ₂ . Los aditivos DeSO _x son típicamente catalizadores de óxido de metal que convierten SO ₂ en SO ₃ dentro del regenerador de catalizador. El SO ₃ se adsorbe a un sulfato y luego se recicla nuevamente al reactor con el catalizador FCCU, donde se reduce en el reactor a H ₂ S, que es controlado por la planta de recuperación de azufre de la refinería.
	Desulfuración de gas	La desulfuración de gas se puede realizar mediante un monitoreo mejorado de las emisiones. Además, se puede ocupar una torre de aspersión que permite realizar el proceso de desulfuración de gas de salida o depuración de SO ₂ , mediante, típicamente el uso de un reactivo alcalino de base de calcio o sodio. El reactivo es inyectado al gas de salida en una torre de aspersión o directamente dentro del conducto. El SO ₂ es absorbido, neutralizado y/u oxidado por el reactivo alcalino y convertido en un compuesto sólido, ya sea calcio o sulfato de sodio. El sólido es removido de la corriente de gas residual usando equipo corriente abajo (US EPA, 2002).

CONTAMINANTE CONTROLADO	EQUIPO DE ABATIMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Lavado de carbón	El lavado de carbón (o limpieza de carbón) es un proceso de precombustión que mejora la calidad del carbón al eliminar las impurezas y aumentar su contenido de calor, reduciendo así las emisiones de SO ₂ . El lavado de carbón también puede ser efectivo para eliminar el mercurio (Hg) del carbón y las emisiones de las plantas de servicios públicos.
	Limpieza de carbón física	Utiliza procesos físicos para eliminar piritas (compuestos inorgánicos de azufre) en el carbón.
	Limpieza de carbón química	Utiliza procesos químicos para eliminar piritas (compuestos inorgánicos de azufre) y azufre orgánico en el carbón.

Fuente: Elaboración propia