

# INFORME ANUAL 2016 CUMPLIMIENTO MEDIDAS PLAN DE DESCONTAMINACIÓN TOCOPILLA Y ESTIMACIONES DE EMISIONES CENTRAL TERMOELÉCTRICA TOCOPILLA – ENGIE

AÑO 2016

## DISTRIBUCIÓN:

Superintendencia del Medio Ambiente  
Archivo.



## Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde al Informe Consolidado Anual Año 2016 que tiene por objeto informar acerca de las emisiones generadas tanto controladas como no controladas, de tal manera de dar cumplimiento al artículo N°15 del Plan de Descontaminación Atmosférico para Tocopilla “Electroandina S.A”, actualmente Engie Energía Chile. Dicho titular deberá entregar a la SEREMI de Salud, de la Región de Antofagasta, un informe anual sobre el cumplimiento de las medidas que según este Plan les corresponda cumplir y una estimación de las emisiones anuales, que considere las emisiones fugitivas.

La Central Térmica Tocopilla, se encuentra localizada en la Región de Antofagasta, Ciudad de Tocopilla. El Decreto Supremo N° 50/2007 declara la zona circundante a la ciudad de Tocopilla, Zona Saturada por Material Particulado como concentración anual. El 12 de Octubre de 2010 entra en vigencia el Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante.

El Plan de Descontaminación Atmosférico para Tocopilla estableció dos límites de emisión de MP-10, el primer límite es de 2002 Ton/año y rige desde la entrada en vigencia de dicho Plan en octubre de 2010 hasta abril de 2014, posterior a esto, comienza a regir el segundo límite de 879 Ton/año cuya vigencia comienza en mayo de 2014 hasta que finalice el Plan.

Para las unidades generadoras de Central Térmica Tocopilla, Unidad 12, Unidad 13, Unidad 14, Unidad 15, TG1, TG2 y TG3 (Unidad 10 y 11 inhabilitadas), junto a las operaciones que produzcan emisiones fugitivas, se realiza la estimación de emisiones de Material Particulado menor a 10 micrones (MP10) bajo las metodologías empleadas por los siguientes documentos:

- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: Stationary Internal Combustion Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: External Combustion Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: Miscellaneous Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de proyectos Inmobiliarios, SEREMI Región Metropolitana Ministerio del Medio Ambiente”.
- “Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de fuentes Fijas y Móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes de CONAMA Gobierno de Chile”.

Respecto a las emisiones fugitivas consideradas en el presente informe, éstas son las siguientes:

- Carga de carbón a tolva
- Descarga de carbón a pila
- Carga de carbón a torre de transferencia
- Erosión eólica en pilas de carbón
- Operación de arrastre de material en pila de carbón
- Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión
- Carga de cenizas
- Tránsito de camiones (resuspensión de MP)
- Tránsito de camiones (generación de MP por combustión)
- Descarga de cenizas en vertedero
- Maquinaria en vertedero de cenizas (generación de MP por combustión)
- Operación de maquinarias en vertedero de cenizas
- Erosión eólica en vertedero de cenizas

No se consideraron las emisiones fugitivas en el transporte de correas ya que Central Térmica Tocopilla posee un sistema de encapsulamiento prácticamente en todo el recorrido de transporte, por lo tanto, de existir emisiones estas serían marginales.

Respecto a las emisiones fugitivas por transporte de carbón desde el terminal marítimo a pilas de acopio se considera sólo la cantidad de carbón descargado para Central Térmica Tocopilla, excluyendo la cantidad de carbón descargado para Norgener, según planilla enviada por Central Térmica Tocopilla.

A continuación se muestra la tabla resumen de las emisiones estimadas para el año 2016 de las unidades generadoras de Central Térmica Tocopilla y las emisiones fugitivas producto de las actividades relacionadas con la generación de Material Particulado.

**Tabla N°1: Resumen de Emisiones de Material Particulado MP10, Central Térmica Tocopilla, Año 2016 (ton/año).**

Tipo de Fuente	Fuentes consideradas	Fuentes	Emisiones MP estimadas (T/año)
Fuentes Fijas	CTT	12	7,279
		13	7,342
		14	13,622
		15	12,156
		TG1	0,212
		TG2	0,207
		TG3	0,427
		Total (T/año)	41,245
Fuentes fugitivas	Manejo de carbón	Carga de carbón a Tolva	0,023
		Descarga de Carbón a pila	0,023
		Carga de carbón a torre de transferencia	0,020
		Erosión eólica en pilas de carbón	0,00004
		Operación de arrastre de material por maquinarias	6,848
		Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	3,989
	Manejo de cenizas	Carga de cenizas	0,005
		Resuspensión de MP por tránsito de maquinarias	1,212
		Tránsito de camiones, MP por combustión	0,016
		Descarga de cenizas	0,005
		Maquinaria en vertedero de cenizas, MP por combustión	0,147
		Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	0,700
		Erosión eólica en vertedero	0,001
		Total emisiones fugitivas	12,989
Total emisiones CTT (T/año)			54,234
Plan de descontaminación (T/año)			879



A partir de mayo de 2014, Central Térmica Tocopilla debe cumplir con un máximo de emisión de Material Particulado Respirable de 879 ton/año.

## **1. Introducción**

El presente informe responde al artículo N°15 del documento Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante, llamado Informe Consolidado Año 2016, el cual presenta las “Emisiones Anuales de MP-10 para el año 2016, de las Unidades Generadoras de Central Térmica Tocopilla” y sus actividades operacionales que queman combustibles sólidos y líquidos. Además en el anexo n°1 se adjuntan los comprobantes de los reportes mensuales de emisión que dan cumplimiento al PDAT.

## **2. Alcance**

Entregar el informe anual con los resultados de la estimación de emisiones para las unidades de Central Térmica Tocopilla (en adelante CTT) y las emisiones fugitivas, aplicando la metodología y factores de emisión del AP-42, EPA, descritos en los documentos mencionados en el resumen ejecutivo del presente informe, para las emisiones de fuentes fijas y emisiones no controladas (o fugitivas) respecto a las actividades provenientes de Central Térmica Tocopilla de propiedad de Engie Energía Chile.

## **3. Ubicación de Fuentes de Emisión en Relación a Central Térmica Tocopilla**

La Central Térmica Tocopilla, se localiza en el área industrial de Tocopilla, Comuna de Tocopilla, II Región de Antofagasta.

En la Tabla N°2 se indican las unidades junto a sus principales características.



**Tabla N° 2**  
**Características Unidades de Central Térmica Tocopilla.**

<b>Unidades</b>	<b>TG1</b>	<b>TG2</b>	<b>TG3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12 - 13</b>	<b>14 - 15</b>
Coordenada Norte (m) <sup>1</sup>	7.555.989	7.555.986	7.555.844	7.556.040	7.556.006	7.556.087	7.556.009
Coordenada Este (m)	374.650	374.666	375.002	374.786	374.801	374.740	374.992
Datum	WGS 84	WGS 84	WGS 84	WGS 84	WGS 84	WGS 84	WGS 84
Huso	19	19	19	19	19	19	19
Altura(m)	-	-	-	40	40	85	85
Diámetro Interno (m)	-	-	-	3	3	5.54	7.31
Velocidad de los Gases (m/s)	-	-	-	13.4	13.4	22.3	10
Temperatura de los Gases (K)	-	-	-	403.2	403.2	130	130

Fuente: Central Térmica Tocopilla, 2014.

En la Tabla N°3 se indica la georeferenciación del botadero de cenizas de Central Térmica Tocopilla, el cual corresponde a una fuente de emisión fugitiva, este está contemplado dentro del presente informe.

**Tabla N° 1**  
**Georeferenciación Vertedero de Cenizas.**

<b>Vértices Polígono Vertedero</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Coordenada Norte (m) <sup>2</sup>	7.561.450	7.561.353	7.560.956	7.561.024
Coordenada Este (m)	377.485	377.139	377.343	377.471
Datum	WGS 84			
Huso	19 Sur			

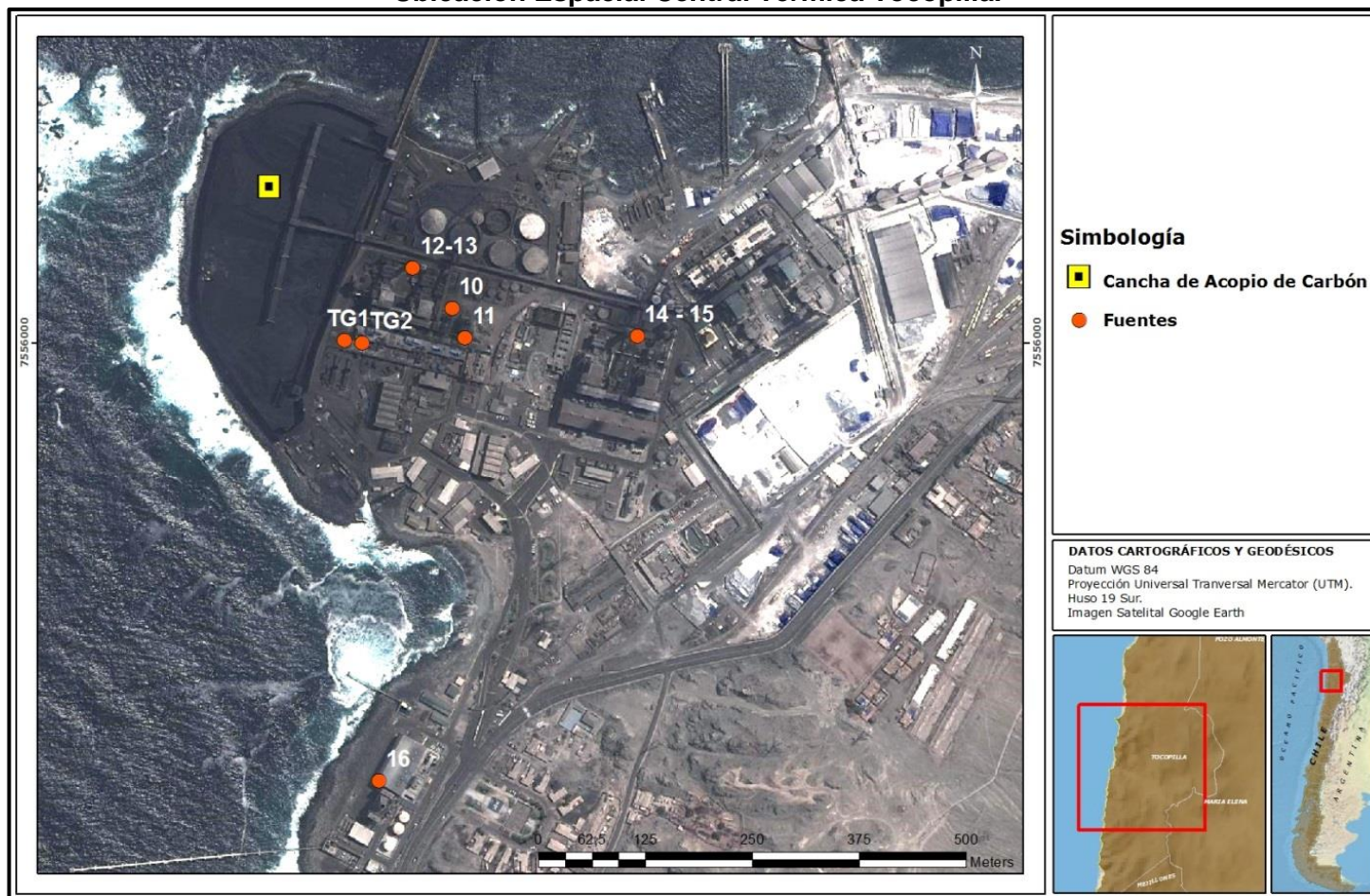
Fuente: Central Térmica Tocopilla, 2012.

<sup>1</sup> Solo para Coordenada Norte y Este el punto representa separación de mil.

<sup>2</sup> Solo para Coordenada Norte y Este el punto representa separación de mil.

A continuación, en la Figura N° 1 se presenta la ubicación espacial de la Central Térmica Tocopilla.

**Figura N° 1**  
**Ubicación Espacial Central Térmica Tocopilla.**

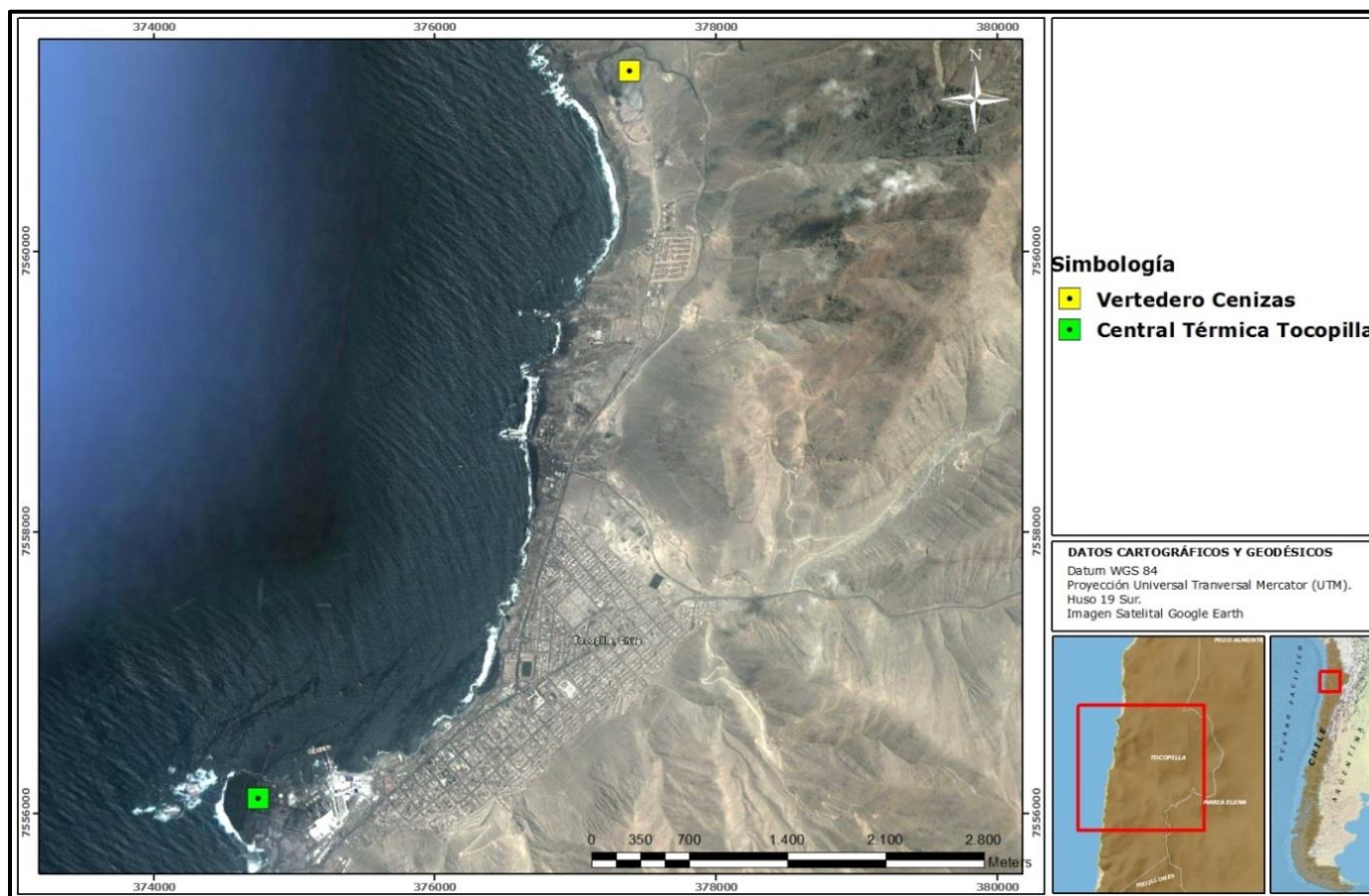


Fuente: Asesorías Algoritmos 2014, en base a información entregada por el cliente.



En la Figura N° 2 se visualiza la Central Térmica Tocopilla y el Vertedero de Cenizas, lo que da cuenta de la distancia (7.2 Km) que recorren los camiones en la descarga de cenizas:

**Figura N° 2**  
**Ciudad de Tocopilla.**



Fuente: Asesorías Algoritmos 2014, en base a información entregada por el cliente.



En la Figura N° 3 se muestra la ubicación del vertedero de cenizas de Central Térmica Tocopilla:

**Figura N° 3**  
**Ubicación Espacial Vertedero de Cenizas.**



Fuente: Asesorías Algoritmos 2014, en base a información entregada por el cliente.

## **4. Información Central Térmica Tocopilla**

### **4.1 Fuentes Fijas**

Central Térmica Tocopilla cuenta en la actualidad con las siguientes instalaciones:

- Dos unidades de generación (Unidades 10 y 11) del tipo calderas de vapor acuotubular, de 37,5 MW de potencia, que operan con petróleo N°6 como combustible, las que cuentan con tolvas captadoras de hollín como equipos de control de emisiones (unidades inhabilitadas desde el año 2014).
- Dos unidades de generación (Unidades 12-13) del tipo calderas de vapor acuotubular, de 83,5 MW de potencia, que operan con carbón pulverizado como combustible, las que cuentan con un filtro de mangas como equipo de control para ambas fuentes y descargan sus emisiones mediante una chimenea en común.
- Dos unidades de generación (unidades 14-15) del tipo calderas de vapor acuotubular, de 130 MW de potencia promedio que operan con una mezcla de carbón pulverizado como combustible (bituminoso, subbituminoso y coke), las que cuentan con un filtro de mangas como equipo de control para ambas fuentes y descargan sus emisiones mediante una chimenea en común.
- Tres unidades de generación (Unidades TG1, TG2 y TG3) del tipo turbinas de gas, de 24,7, 24,9 y 37,5 MW de potencia, que operan con petróleo diésel como combustible, las cuales no cuentan con equipos de control.

### **4.2 Actividades Precursoras Emisiones Fugitivas**

La empresa Engie Energía Chile desarrolla en terrenos de su propiedad los trabajos de descarga, almacenamiento y manipulación de carbón, usado como combustible para la generación eléctrica.

El manejo de carbón considera las siguientes actividades que son precursoras de emisiones fugitivas:

- Descarga de carbón desde terminal marítimo (Figura N° 4), carga de carbón a tolva. Para los embarques de 50 mil toneladas el tiempo de descarga es de 3 días en promedio y para los embarques de 70 mil toneladas es de 7 días. La diferencia en los tiempos de descarga se ve influenciado producto de las marejadas donde el puerto se cierra y los barcos quedan a la gira, retomando posteriormente la descarga.
- Descarga de carbón a pilas de acopio.

- Carga de carbón a torre de transferencia y a silos de alimentación (Figura N°6).
- Erosión eólica en pilas de acopio de carbón (Figura N°5).
- Operación de arrastre de carbón por maquinarias.
- Resuspensión de MP por tránsito de maquinarias.

**Figura N° 4**  
**Desembarque de carbón desde terminal marítimo.**





**Figura N° 5**  
**Cancha de acopio de carbón.**



**Figura N° 6**  
**Salida de carbón desde cancha de acopio.**



En la operación de maquinarias se producen emisiones fugitivas producto de la combustión del motor de éstas (considerado como combustión de maquinarias fuera de ruta).

Respecto a la transferencia de carbón por las correas transportadoras, estas emisiones no se consideraron ya que Engie Energía Chile posee estos dispositivos encapsulados (ver Figura N° 6 y Figura N° 7), es por esto, que la emisión de material particulado y la posible erosión eólica en las correas transportadoras no son significativas.

**Figura N° 7**  
**Correas Transportadoras Central Térmica Tocopilla.**



En el post proceso, la combustión genera residuos, de los cuales se mencionan las escorias y cenizas. Éstas son cargadas a los camiones y posteriormente trasladadas al vertedero de cenizas a una distancia de 7,2 km, donde son descargadas y finalmente compactadas con áridos y humectación, con el fin de minimizar la erosión eólica a la que se expone la pila y los riesgos sísmicos.

- En resumen, respecto al post proceso se tiene lo siguiente:
- Carga de cenizas al camión.
- Tránsito de camión al vertedero (emisiones de material particulado resuspendido por desplazamiento y por combustión de motor).
- Descarga de cenizas.
- Erosión eólica de cenizas.
- Emisiones de maquinaria en operación, ya sea por combustión del motor o por la misma actividad de arrastre de materiales, en este caso cenizas.



**Figura N° 8**  
**Vertedero de Cenizas.**



En la fotografía se pueden apreciar las operaciones de compactación de las cenizas con áridos, además de las maniobras de humectación.

## 5. Estimación y Cálculo de Emisiones

El presente capítulo da cuenta de los resultados obtenidos de la estimación de emisiones de Material Particulado para las Unidades 12, 13, 14, 15, TG1, TG2 y TG3 y emisiones fugitivas, producto de las actividades de operación de Central Térmica Tocopilla para el periodo del año 2016.

### 5.1 Metodología de Cálculo

La ecuación general para determinar las emisiones de cualquier actividad es definida por la EPA como sigue a continuación:

$$E = Fe \times Na \times \left(1 - \frac{Ea}{100}\right)$$

Dónde:

- Fe=Factor de Emisión
- Na=Nivel de Actividad
- Ea=Eficiencia de Abatimiento

Las emisiones asociadas a cada una de las actividades que se determinaron para estimar emisiones, fueron calculadas con la siguiente documentación:

- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: Stationary Internal Combustion Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: External Combustion Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factor, Volume 1: Miscellaneous Sources, United States-Environmental Protection Agency”.
- “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de proyectos Inmobiliarios, SEREMI Región Metropolitana Ministerio del Medio Ambiente”.
- “Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de fuentes fijas y Móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes de CONAMA Gobierno de Chile”.

Los factores de emisión junto a los niveles de actividad definidos serán presentados en los capítulos que siguen más adelante.

## 5.2 Actividad Emisoras

### 5.2.1 Resultados Emisiones Unidades Central Térmica Tocopilla

En el presente apartado se entrega el detalle de las emisiones anuales (2016) para las Unidades CTT 12, 13, 14, 15, TG1, TG2 y TG3 Central Térmica Tocopilla. Las unidades CTT 10 y 11 se encuentran indisponibles (Anexo A Documentación indisponibilidad Unidad 10 y 11).

No se consideró la Unidad 16 porque usa gas natural como combustible.

Las fuentes a estimar sus emisiones junto a sus características y los factores de emisión a utilizar se pueden visualizar en la siguiente tabla:

**Tabla N° 2**  
**Factores de emisión considerados en los cálculos de Fuentes Fijas.**

Fuente Emisora	Tipo de Combustible	Factor		Ref	Unidad
CTT 12	Carbón	$MP_{10}$	2.3*A	(1)	$\frac{lb}{Ton}$
CTT 13	Carbón	$MP_{10}$	2.3*A	(2)	$\frac{lb}{Ton}$
CTT 14	Carbón	$MP_{10}$	2.3*A	(3)	$\frac{lb}{Ton}$
CTT 15	Carbón	$MP_{10}$	2.3*A	(4)	$\frac{lb}{Ton}$
TG1	Diesel N°2	$MP_{10}$	1.2E-2	(5)	$\frac{lb}{MMBtu}$
TG2	Diesel N°2	$MP_{10}$	1.2E-2	(6)	$\frac{lb}{MMBtu}$
TG3	Diesel N°2	$MP_{10}$	1.2E-2	(7)	$\frac{lb}{MMBtu}$

- 1) Compilation of Air Pollutant emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 1: External Combustion Sources Section 1.1 "Bituminous and Subbituminous Coal Combustion".
- 2) Compilation of Air Pollutant emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 1: External Combustion Sources Section 1.1 "Bituminous and Subbituminous Coal Combustion".
- 3) Compilation of Air Pollutant emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 1: External Combustion Sources Section 1.1 "Bituminous and Subbituminous Coal Combustion".
- 4) Compilation of Air Pollutant emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 1: External Combustion Sources Section 1.1 "Bituminous and Subbituminous Coal Combustion".
- 5) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 3 Stationary Internal Combustion Sources Section 3.1 "Stationary Gas turbines", Tabla N°3.1-2a.
- 6) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 3 Stationary Internal Combustion Sources Section 3.1 "Stationary Gas turbines", Tabla N°3.1-2a.
- 7) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, fifth edition AP 42: Chapter 3 Stationary Internal Combustion Sources Section 3.1 "Stationary Gas turbines", Tabla N°3.1-2a.

El nivel de actividad de las fuentes fijas de la central Tocopilla es el consumo de combustible (carbón en el caso de las Unidades CTT 12, 13, 14, 15 y diesel para las turbinas TG, TG2 y TG3).

En la Tabla N°5 se muestran las emisiones anuales calculadas para las Unidades de Central Térmica Tocopilla para el año 2016:

**Tabla N° 3**  
**Emisiones Unidades CTT Año 2016.**

Unidades	Unidades	Tipo de Combustible	Consumo de Combustible	Emisión (T/año)
Unidad 12	12	Carbón (Ton)	208925,2	7,279
Unidad 13	13	Carbón (Ton)	197261,3	7,342
Unidad 14	14	Carbón (Ton)	381885,2	13,622
Unidad 15	15	Carbón (Ton)	338048,6	12,156
TG1	TG1	Diésel (m³)	1063,17	0,212
TG2	TG2	Diésel (m³)	969,3443636	0,207
TG3	TG3	Diésel (m³)	37091,27	0,427
<b>TOTAL (T/año)</b>				<b>41</b>

### 5.2.2 Estimación de Emisiones Fugitivas

A continuación se presentan las principales actividades de la Central asociadas a las emisiones fugitivas de MP10:

Los factores de emisión para Material Particulado, además de los respectivos valores considerados en el cálculo, se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla N° 4**  
**Factores de Emisión Considerados en los Cálculos.**

<b>Fuente Emisora</b>	<b>Factor</b>		<b>Ref</b>	<b>Unidad</b>	<b>Variables</b>
Carga de carbón a Tolva	MP <sub>10</sub>	$0,35 \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(8)	kg/ton	U: velocidad promedio del viento (m/s)
					M: humedad del carbón (%)
Descarga de Carbón a pila de carbón	MP <sub>10</sub>	$0,35 \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(9)	kg/ton	U: velocidad promedio del viento (m/s)
					M: humedad del carbón (%)
Carga de carbón a torre de transferencia	MP <sub>10</sub>	$0,35 \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(10)	kg/ton	U: velocidad promedio del viento (m/s)
					M: humedad del carbón (%)
Erosión eólica en pilas de carbón	MP <sub>10</sub>	$Fe = 1,9 \times \frac{s}{1,5} \times \frac{f}{15}$	(11)	kg/ha	S: % de finos del material
					F: % del tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s
Operación de arrastre de material por maquinarias en pilas de carbón	MP <sub>10</sub>	$0,75 \times 0,45 \times \frac{(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$	(12)	kg/h	S: % de finos
					M: % de humedad
Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	MP <sub>10</sub>	$E = FP \times t \times C \times P$	(13)	g/día	FP: factor potencia (g/Kwh)
					T: horas diarias trabajadas
					C: % de carga
					P: potencia nominal Kw
Carga de cenizas	MP <sub>10</sub>	$0,35 \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(14)	kg/ton	U: velocidad promedio del viento (m/s)
					M: humedad de cenizas (%)

<b>Fuente Emisora</b>	<b>Factor</b>		<b>Ref</b>	<b>Unidad</b>	<b>Variables</b>
Tránsito de camiones resuspensión de MP	MP <sub>10</sub>	$0,62 \times (sL)^{0,91} \times w^{1,02}$	(15)	g/km	sL: carga de finos (g/m <sup>2</sup> )
					W: peso promedio de la flota que circula (ton)
Tránsito de camiones, MP por combustión	MP <sub>10</sub>	$\begin{aligned} &((0,100820480611018 \\ &+ (0,424449762706025 * \exp((( - \\ &1) * 0,04164367852159 \ 47) * V))) \\ &+ (0,86432802 \ 6775096 * \exp((( - \\ &1) * 0,15994593658921 \ 8) * V))) \end{aligned}$	(16)	g/km	V: velocidad promedio km/h
Descarga de cenizas	MP <sub>10</sub>	$0,35 \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(17)	kg/ton	U: velocidad promedio del viento (m/s)
					M: humedad de cenizas (%)
Maquinaria en vertedero de cenizas, MP por combustión	MP <sub>10</sub>	$E = FP \times t \times C \times P$	(18)	g/día	FP: factor potencia (g/Kwh)
					T: horas diarias trabajadas
					C: % de carga
					P: potencia nominal Kw
Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	MP <sub>10</sub>	$0,45 \times 0,75 \times \frac{(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$	(19)	kg/hr	s: % de finos
					M: % humedad del carbón
Erosión eólica en vertedero	MP <sub>10</sub>	$1,9 \times \frac{s}{1,5} \times \frac{f}{15}$	(20)	kg/ha	S: contenido de fino del material
					F: % del tiempo en el que el viento excede los 5,4 m/s

- 8) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage piles, 2006".
- 9) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage piles, 2006".
- 10) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage piles, 2006".
- 11) Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana Seremi RM Ministerio del Medio Ambiente Enero 2012.



- 12) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42, 5th Edition. Chapter 11, Section 11.9 "Western surface Coal mining, 1998", Table 11.9-2.
- 13) Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana Seremi RM Ministerio del Medio Ambiente Enero 2012.
- 14) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage piles, 2006".
- 15) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42: Chapter 13, Section 13.2.1 "Paved Roads, 2011".
- 16) Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana Seremi RM Ministerio del Medio Ambiente Enero 2012.
- 17) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage piles, 2006".
- 18) Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana Seremi RM Ministerio del Medio Ambiente Enero 2012.
- 19) Compilation of Air Pollutant emission Factors, AP 42, 5th Edition. Chapter 11, Section 11.9 "Western surface Coal mining, 1998", Table 11.9-2.
- 20) Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana Seremi RM Ministerio del Medio Ambiente Enero 2012.

A continuación se muestran los valores ocupados en las variables ingresadas intrínsecas de las ecuaciones de estimación de emisiones fugitivas:

**Tabla N° 5**  
**Valores Considerados en los Factores de Emisión.**

<i>Fuente Emisora</i>		<i>Variables</i>	<i>Valor</i>	<i>Ref</i>
Carga de carbón a Tolva		U: velocidad promedio del viento (m/s)	1,7	(21)
		M: humedad del carbón (%)	17,8	(22)
Descarga de Carbón a pila		U: velocidad promedio del viento (m/s)	1,7	(21)
		M: humedad del carbón (%)	17,8	(22)
Carga de carbón a torre de transferencia		U: velocidad promedio del viento (m/s)	1,7	(21)
		M: humedad del carbón (%)	17,8	(22)
Erosión eólica en pilas de carbón		S: % de finos del material	10,3	(23)
		F: % del tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s	0,29	(21)
Operación de arrastre de material por maquinarias en pilas de carbón		S:% de finos	10,3	(23)
		M:% de humedad	17,8	(22)
Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	Cargador Frontal 1	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T: horas diarias trabajadas	15	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)

Fuente Emisora		Variables	Valor	Ref
		P:potencia nominal Kw	202,8	(22)
	Cargador Frontal 2	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T:horas diarias trabajadas	15	(22)
		C:% de carga	0,5	(22)
		P:potencia nominal Kw	202,8	(22)
		Cargador frontal 3	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1
	T:horas diarias trabajadas		15	(22)
	C:% de carga		0,5	(22)
	P:potencia nominal Kw		202,8	(22)
	CF SEM 658C	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T: :horas diarias trabajadas	15	(22)
		C:% de carga	0,5	(22)
		P:potencia nominal Kw	161,8	(22)
	Bulldozer 1	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T: :horas diarias trabajadas	12	(22)
		C:% de carga	0,5	(22)
		P:potencia nominal Kw	238,6	(22)
	Bulldozer 2	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T:horas diarias trabajadas	12	(22)
		C:% de carga	0,5	(22)
		P:potencia nominal Kw	238,6	(22)
	Bulldozer 3	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T:horas diarias trabajadas	12	(22)
		C:% de carga	0,5	(22)
		P:potencia nominal Kw	238,6	(22)
Carga de cenizas		U: velocidad promedio del viento (m/s)	1,7	(21)

Fuente Emisora		Variables	Valor	Ref
Carga de cenizas		M: humedad de cenizas (%)	12,57	(22)
Tránsito de camiones resuspensión de MP		sL: carga de finos (g/m2)	0,7	(24)
		W: peso promedio de la flota que circula (ton)	22,70	(22)
Tránsito de camiones, MP por combustión		V: velocidad promedio Km/hr	50	(22)
Descarga de cenizas		U: velocidad promedio del viento (m/s)	1,7	(21)
		M: humedad de cenizas (%)	12,57	(22)
Maquinaria en vertedero de cenizas, MP por combustión	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,23	(22)
		T: horas año trabajadas	414	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)
		P: potencia nominal Kw	96,9	(22)
	Cargador frontal Caterpillar 938H	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T: horas año trabajadas	607	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)
		P: potencia nominal Kw	134,2	(22)
	Cargador frontal Caterpillar 950H	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,23	(22)
		T: horas año trabajadas	321	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)
		P: potencia nominal Kw	96,9	(22)
	Excavadora Caterpillar 320DL	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,23	(22)
		T: horas años trabajadas	526	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)
		P: potencia nominal Kw	100,7	(22)
	Caterpillar Rodillo CS-533E	FP: factor potencia (g/Kwh)	1,1	(22)
		T: horas años trabajadas	303	(22)
		C: % de carga	0,5	(22)
		P: potencia nominal Kw	157,3	(22)

<i>Fuente Emisora</i>	<i>Variables</i>	<i>Valor</i>	<i>Ref</i>
Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	s: % de finos	10,3	(23)
	M: % humedad de cenizas	12,57	(22)
Erosión eólica en vertedero	S: contenido de fino del material	10,3	(23)
	F: % del tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s	0,29	(21)

- 21) Valor obtenido de datos de velocidad del viento validado para el año 2016, monitoreo meteorológico Estación Super Site Tocopilla.
- 22) Valor entregado por Engie Energía Chile.
- 23) Valor extraído del Informe "Análisis de la Calidad del aire para MP-10 en Tocopilla" elaborado por el Dictuc año 2006.
- 24) Valor obtenido del documento "Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana MMA Enero 2012".

Los niveles de actividad para cada actividad se detallarán en la siguiente tabla:

**Tabla N° 6**  
**Niveles de actividad asociados a las diferentes actividades precursoras de emisiones fugitivas en CTT, 2016.**

<i>Fuentes</i>		<i>Nivel de actividad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidades</i>
Carga de carbón a Tolva		1.257.121,40	Cantidad total de material descargado	ton/año
Descarga de Carbón a pila		1.257.121,40	Cantidad total de material descargado	ton/año
Carga de carbón a torre de transferencia		1.096.438,21	Cantidad total de material descargado	ton/año
Erosión eólica en pilas de carbón		0,14	Superficie activa de pila	ha
Operación de arrastre de material por maquinarias en pilas de carbón	Cargador Frontal 1	5.400	Horas al año	h/año
	Cargador Frontal 2	5.400		
	Cargador frontal 3	5.400		
	Cargador frontal 4	5.400		
	Bulldozer 1	4.320		
	Bulldozer 2	4.320		
	Bulldozer 3	4.320		

Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	Cargador Frontal 1	360	Días al año	dias/año
	Cargador Frontal 2			
	Cargador frontal 3			
	Cargador frontal 4			
	Bulldozer 1			
	Bulldozer 2			
	Bulldozer 3			
Carga de cenizas		159.805,10	Cantidad total de material (cenizas)	ton
Tránsito de camiones resuspensión de MP		101.361,60	Distancia total recorrida	km
MP por combustión de tránsito de camiones		101.361,60	Distancia total recorrida	km
Descarga de cenizas		159.805,10	Cantidad total de material (cenizas)	ton
Maquinaria en vertedero de cenizas MP por combustión - Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	414	Horas al año	h/año
	Cargador frontal Caterpillar 938H	607		
	Cargador frontal Caterpillar 950H	321		
	Excavadora Caterpillar 320DL	526		
	Caterpillar Rodillo CS-533E	303		
Erosión eólica en vertedero		2,84	Superficie activa de cancha de vertedero	ha

Dado lo anterior, se muestra en la siguiente tabla los resultados de la estimación de emisiones fugitivas de MP10, producto de las actividades de CTT, propiedad de Engie Energía Chile para el año 2016:

**Tabla N° 7**  
**Emisiones Fugitivas de MP10 estimadas por actividades CTT**  
**Año 2016 (ton/año).**

<i><b>Fuentes</b></i>	<i><b>Emisión MP10 (ton/año)</b></i>
Carga de carbón a Tolva	0,0232
Descarga de Carbón a pila	0,0232
Carga de carbón a torre de transferencia	0,0202
Erosión eólica en pilas de carbón	0,00004
Operación de arrastre de material por maquinarias en pilas de carbón	6,8481
Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	3,9887
Carga de cenizas	0,0048
Resuspensión de MP por tránsito de maquinarias	1,2124
Tránsito de camiones, MP por combustión	0,0156
Descarga de cenizas	0,0048
Maquinaria en vertedero de cenizas, MP por combustión	0,1474
Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	0,7000
Erosión eólica en vertedero	0,0007
<b>Total emisiones fugitivas</b>	<b>12,989</b>

En total, para las emisiones fugitivas se estima una emisión de 12,989 ton/año.



## 6. Resumen de Emisión de Material Particulado

Tomando las emisiones totales del Capítulo **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**, la Tabla N°10 muestra la emisión anual por fuente y el acumulado total del año 2016 de Material Particulado producto de las actividades desarrolladas por Central Térmica Tocopilla.

**Tabla N° 8**  
**Emisión Anual Fuentes Fijas Central Térmica Tocopilla Año 2016.**

<i><b>Tipo de Fuente</b></i>	<i><b>Actividad de la Fuente</b></i>	<i><b>Fuentes</b></i>	<i><b>Emisiones MP estimadas (T/año)</b></i>
<b>Fuentes Fijas</b>	Central Térmica Tocopilla	12	7,279
		13	7,342
		14	13,622
		15	12,156
		TG1	0,212
		TG2	0,207
		TG3	0,427
		<b>Total (T/año)</b>	<b>41,245</b>

**Tabla N° 91**  
**Emisión Anual Fuentes Fugitivas Manejo Carbón**  
**Central Térmica Tocopilla Año 2016.**

<i><b>Tipo de Fuente</b></i>	<i><b>Actividad de la Fuente</b></i>	<i><b>Fuentes</b></i>		<i><b>Emisiones MP estimadas (T/año)</b></i>
<b>Fuentes Fugitivas</b>	Manejo de carbón	Carga de carbón a Tolva		0,023
		Descarga de Carbón a pila		0,023
		Carga de carbón a torre de transferencia		0,020
		Erosión eólica en pilas de carbón		0,00004
		Operación de arrastre de material por maquinarias	Cargador Frontal 1	1,070
			Cargador Frontal 2	1,070
			Cargador frontal 3	1,070
			Cargador frontal 4	1,070
			Bulldozer 1	0,856
			Bulldozer 2	0,856
			Bulldozer 3	0,856
			<b>Total</b>	<b>6,848</b>
		Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	Cargador Frontal 1	0,602
			Cargador Frontal 2	0,602
			Cargador frontal 3	0,602
			Cargador frontal 4	0,481
			Bulldozer 1	0,567
			Bulldozer 2	0,567
			Bulldozer 3	0,567

			<b>Total</b>	<b>3,989</b>
--	--	--	--------------	--------------

**Tabla N° 102**  
**Emisión Anual Fuentes Fugitivas Manejo Ceniza**  
**Central Térmica Tocopilla Año 2016.**

<i><b>Tipo de Fuente</b></i>	<i><b>Actividad de la Fuente</b></i>	<i><b>Fuentes</b></i>		<i><b>Emisiones MP estimadas (T/año)</b></i>
<b>Fuentes Fugitivas</b>	Manejo de cenizas	Carga de cenizas		0,005
		Tránsito de camiones resuspensión de MP		1,218
		Tránsito de camiones MP por combustión		0,012
		Descarga de cenizas		0,005
		Maquinaria en vertedero de ceniza, MP por combustión	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	0,025
			Cargador frontal Caterpillar 938H	0,045
			Cargador frontal Caterpillar 950H	0,019
			Excavadora Caterpillar 320DL	0,033
			Caterpillar Rodillo CS-533E	0,026
			<b>Total</b>	<b>0,147</b>
		Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	0,133
			Cargador frontal Caterpillar 938H	0,196
			Cargador frontal Caterpillar 950H	0,104
			Excavadora Caterpillar 320DL	0,170
			Caterpillar Rodillo CS-533E	0,098
			<b>Total</b>	<b>0,700</b>
		Erosión eólica en vertedero		0,001
		<b>Total emisiones fugitivas</b>	<b>12,989</b>	

**Tabla N° 113**  
**Emisión Total Anual Fuentes Central Térmica Tocopilla Año 2016.**

<b>Total emisiones CTT (T/año) 2016</b>	<b>54,234</b>
<b>Límite Plan de descontaminación (T/año)</b>	<b>879</b>

Respecto a lo anterior, se demuestra que las emisiones totales estimadas alcanzan un valor de 54,234 ton/año en el periodo 2016, lo cual concluye que la tasa de emisión de Central Térmica Tocopilla cumple con la tasa límite de emisión de 879 ton/ año impuesta en el Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante.

## 7. Análisis de Resultados

De los resultados anteriores se puede concluir lo siguiente:

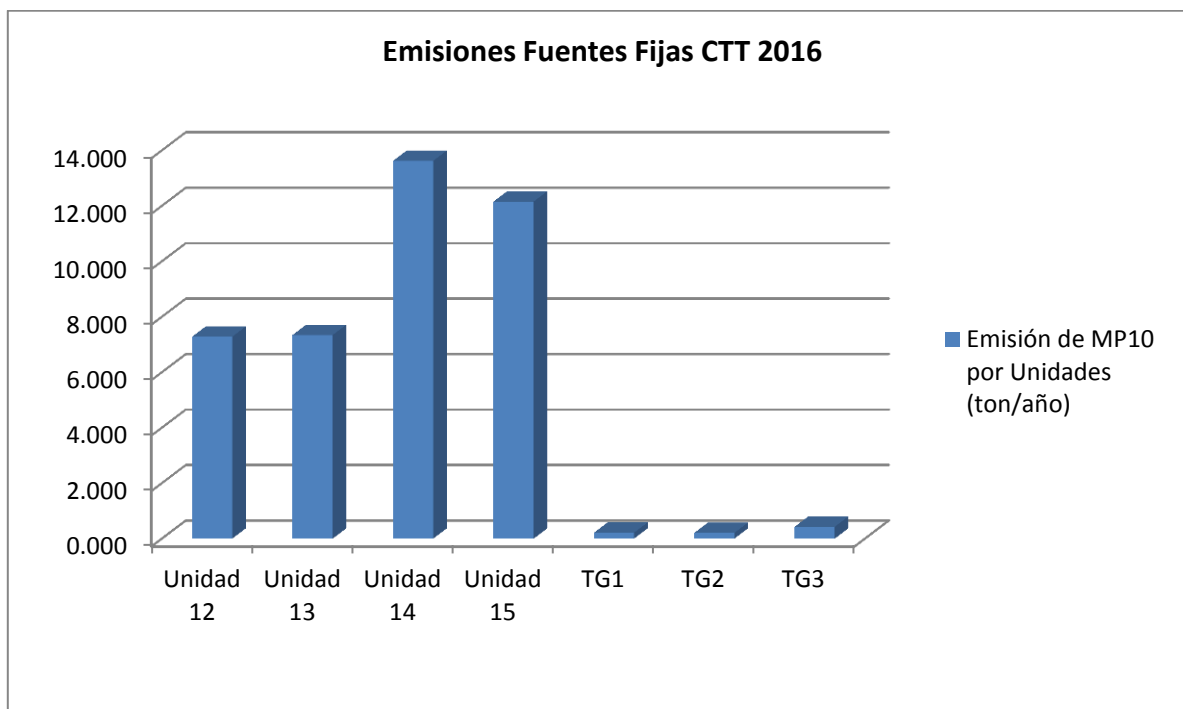
### 1.- Unidades CTT Fuentes Fijas

Se tienen 7 Unidades, de las cuales a continuación se visualiza la participación de cada Unidad en la totalidad de las emisiones (ton/año) para fuentes fijas:

- Unidad 12 : 7,279
- Unidad 13 : 7,342
- Unidad 14 : 13,622
- Unidad 15 : 12,156
- Unidad TG1 : 0,212
- Unidad TG2 : 0,207
- Unidad TG3 : 0,427

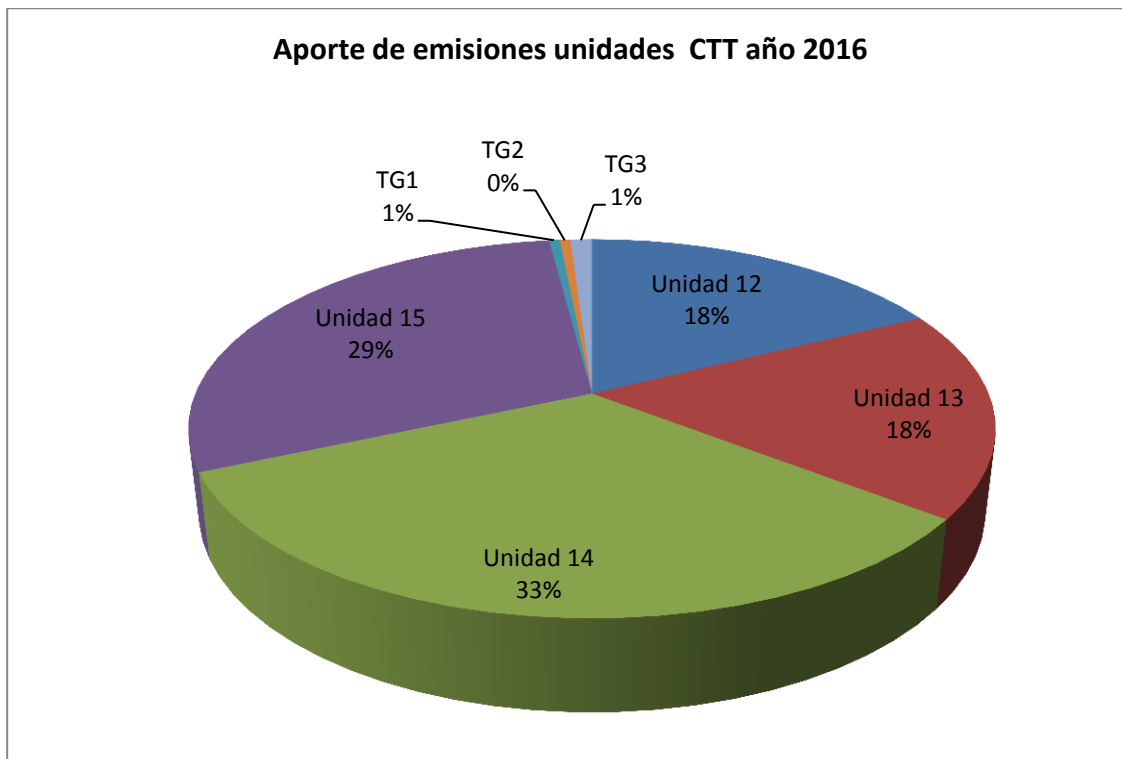
Lo anterior se visualiza en el siguiente gráfico de emisiones anuales:

**Gráfico N° 1**  
**Emisiones Anuales Unidades CTT Año 2016.**



De lo descrito anteriormente, las unidades que aportan con mayores cantidades de emisión de MP10 son las Unidades 14 y 15. A continuación se visualiza en el Gráfico N°2 el aporte en términos de % del total:

**Gráfico N° 2**  
**Aporte de Emisiones Unidades CTT Año 2016.**



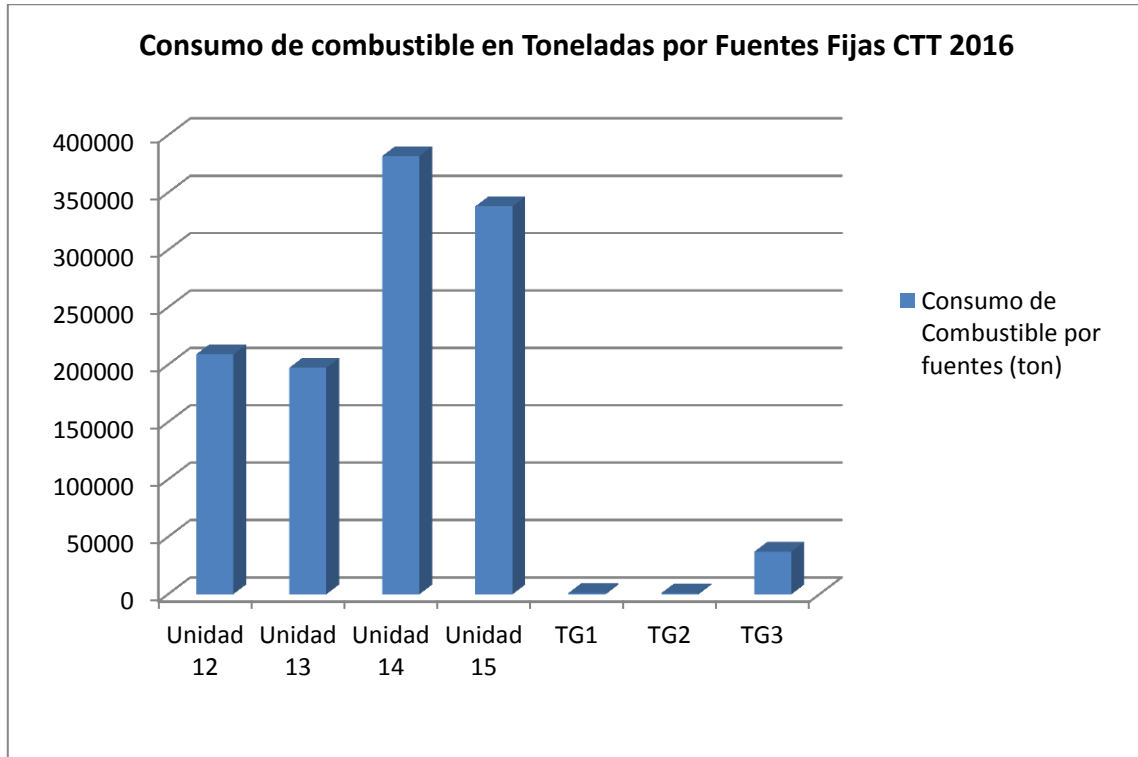
Las Unidades que entregan mayores aportes son las siguientes:

- Unidad 14: 33%
- Unidad 15: 29%

Las turbinas TG1, TG2 y TG3 son las que aportan en menor cantidad a las emisiones de fuentes fijas.



**Gráfico N° 3**  
**Consumo de Combustible Por Unidad, Año 2016.**



## 2.- Emisiones Fugitivas

Se realizó estimación de emisiones de MP10 para una totalidad de trece fuentes de emisiones fugitivas. La descripción junto al aporte se ve a continuación:

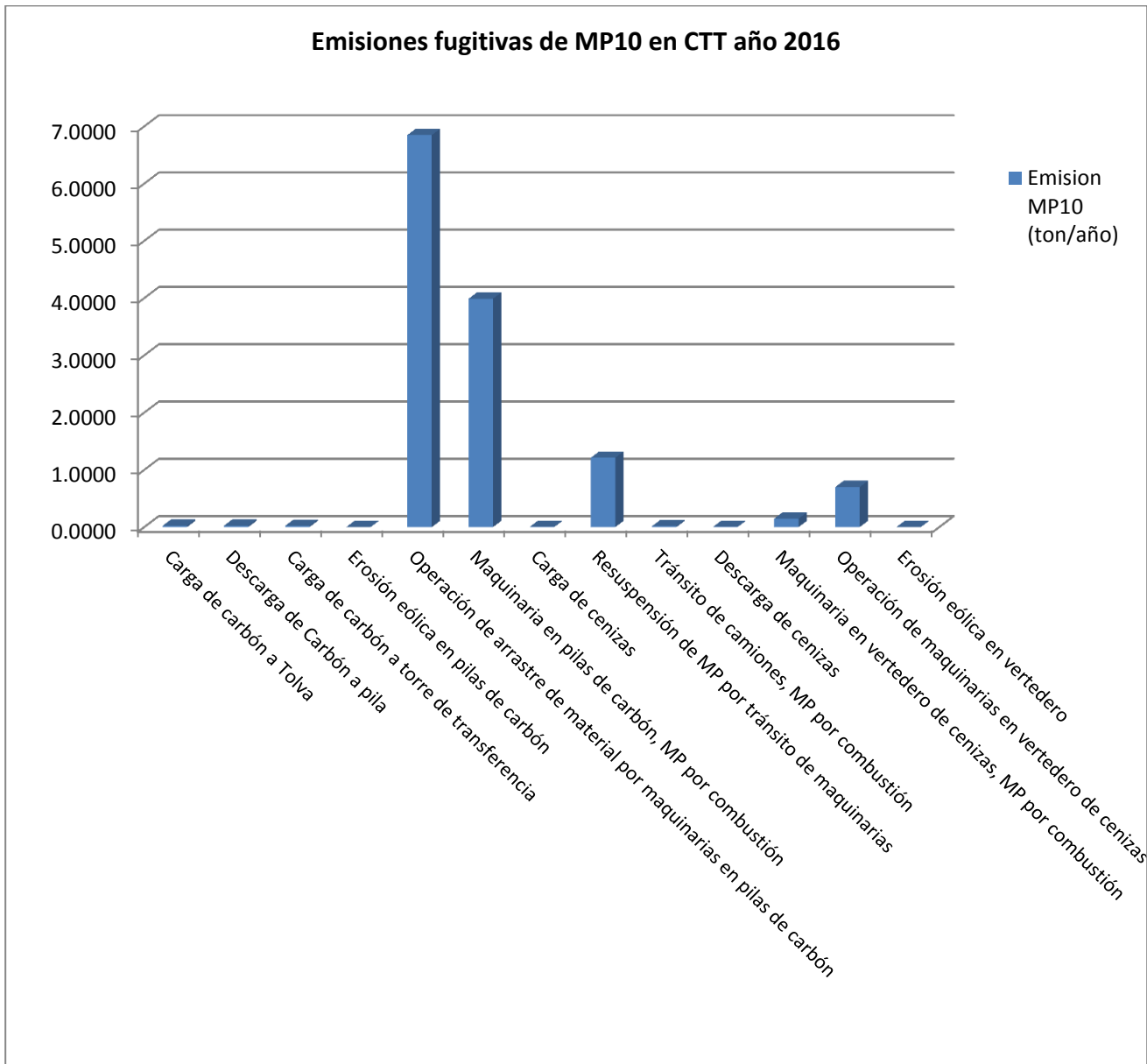
Emisiones fugitivas por actividad (ton/año):

- Carga de carbón a tolva : 0,0232
- Descarga de carbón a pila : 0,0232
- Carga de carbón a torre de transferencia : 0,0202
- Erosión eólica en pilas de carbón : 0,00004
- Operación de arrastre de material por maquinarias : 6,8481
- Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión : 3,9887
- Carga de cenizas : 0,0048
- Tránsito de camiones, resuspensión de MP : 1,2124
- Tránsito de camiones, MP por combustión : 0,0156
- Descarga de cenizas : 0,0048

- Maquinaria en vertedero de cenizas generación de MP por combustión : 0,1474
- Operación de maquinaria, excavaciones, movimientos de cenizas : 0,7000
- Erosión eólica en vertedero de cenizas : 0,0007

Lo anterior se visualiza en el siguiente gráfico:

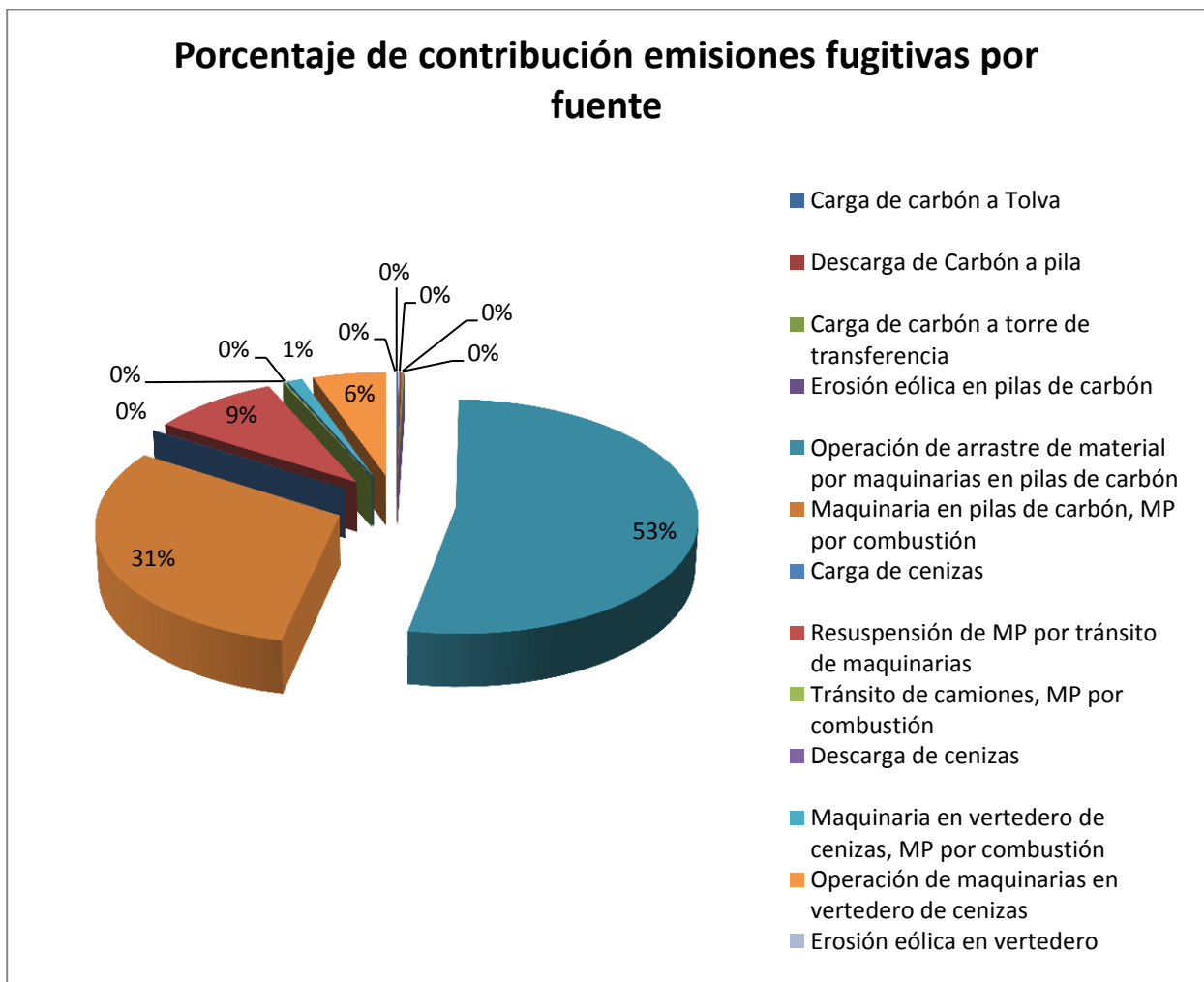
**Gráfico N° 4**  
**Emisiones Fugitivas CTT Año 2016.**



De lo mostrado en el gráfico anterior, se concluye que existen 2 actividades que generan mayores aportes de emisiones fugitivas de material particulado (ton/año), las cuales corresponden a excavaciones (operación de arrastre) en canchas de acopio, y a maquinaria en pilas de carbón (cargadores frontales y bulldozers).

A continuación se visualiza el aporte de emisiones de las trece actividades de generación de MP10 fugitivas, en términos de porcentaje:

**Gráfico N° 5**  
**Aporte de Emisiones Fugitivas Material Particulado MP10 Actividades CTT Año 2016.**



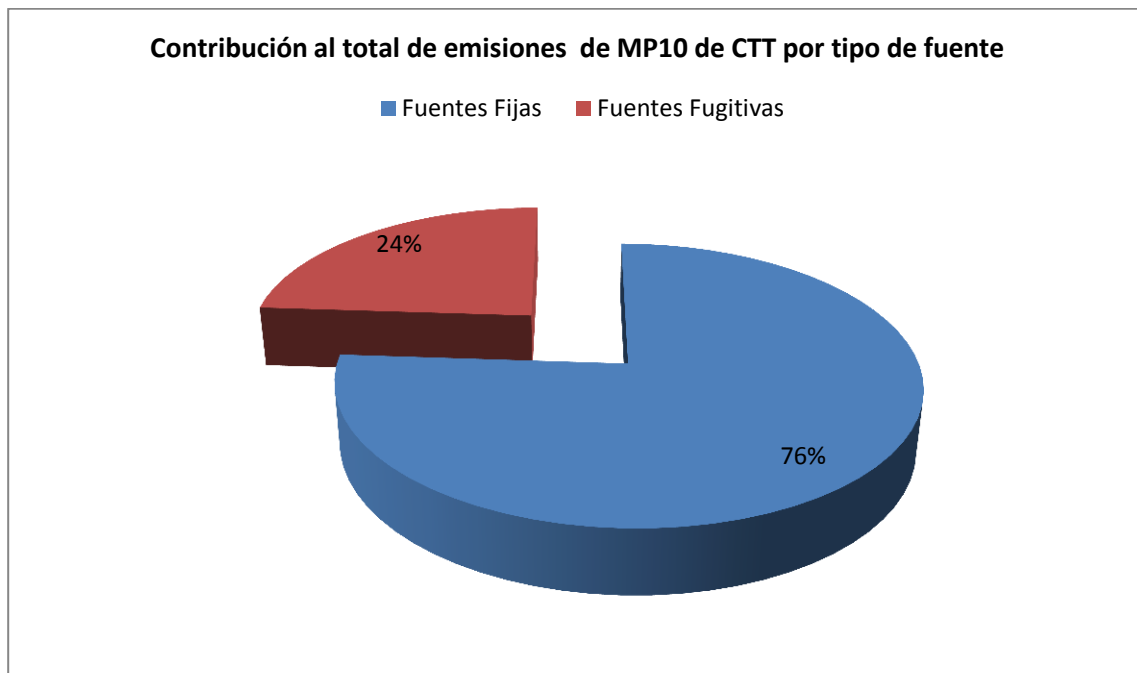
Del gráfico anterior se desprende que:

- 53% es por operación de arrastre de material o excavaciones en pilas de carbón,
- 31% es por maquinaria en pilas de carbón (cargadores frontales, bulldózers) en cancha de carbón.
- 6% por operación de maquinarias en vertedero de cenizas.

Los altos porcentajes de emisión de maquinarias por arrastre de materiales (excavación) en canchas de acopio de carbón, se explican principalmente por la cantidad de máquinas trabajando (siete máquinas) y las horas de uso; 5.400 hrs/año por cada cargador frontal (cuatro) y 4.320 hrs/año por cada Bulldózer (tres), lo que hace que las emisiones fugitivas generadas producto de estas actividades sean mayor al resto.

Respecto a las emisiones generadas en las canchas del vertedero de cenizas, el número de máquinas es menor (tres cargadores, una excavadora y rodillo) y la cantidad de horas trabajadas al año son menores, lo que explica el 6% de aporte.

**Gráfico N° 6**  
**Aporte al total de emisiones de MP10 por tipo de fuente CTT Año 2016.**



Según los resultados de la estimación de emisiones de MP10 total de CTT (Gráfico N°6), la mayor contribución es por parte de fuentes fijas (aportan en un 76% al total de emisiones de CTT), y la menor contribución es por fuentes fugitivas, en un 24%. De las fuentes fijas, las unidades que mayormente aportan son U14 y U15 (ver Gráfico N°1).

## 8. Conclusiones

- Las fuentes fijas son las que mayormente aportan al total de emisiones estimadas de CTT, en un 76 % del total. Las fuentes fijas que contribuyen en este porcentaje son las que usan petróleo 6 y carbón como combustible. Las turbinas de gas son las que menor aportan en este porcentaje.
- Las fuentes que mayormente aportan a emisiones fugitivas de MP10 son: Excavaciones (operación de arrastre) por maquinarias en pilas de carbón, funcionamiento del motor de estas maquinarias y la operación de maquinarias en el vertedero de cenizas. Estas tres fuentes aportan en un 95 % al total de emisiones fugitivas de MP10 en CTT.
- Se debe tener en cuenta que estos resultados son debido a estimaciones, por lo tanto, pueden entregar una idea sobre cuánto es la contribución de cada fuente al total de emisiones de MP10.
- De acuerdo al Plan de Descontaminación Atmosférico de Tocopilla se establece que a contar del mes de Mayo de 2014, Central Termoeléctrica Tocopilla tiene un límite permisible de emisión de material particulado de 879 ton/año. Por su parte, Central Térmica Tocopilla cumple ampliamente con lo exigido en el Decreto 70 Artículo 6°, teniendo un total de emisiones de 54,006 ton/año.

## 9. ANEXOS

### 9.1 MEMORIAS DE CÁLCULO FUENTES FIJAS

#### • Unidad 12

Carbón Mes	(t/mes)	S Unidad 12 %	A Unidad 12 %	NOx (t/mes)	SO2 (t/mes)	CO (t/mes)	MPT (t/mes)	PM10 (t/mes)	PCDD (t/mes)	PCDF (t/mes)
Enero	23.075,70	0,466	6,594	75,264	163,643	5,019	3,309	0,761	4,296E-07	2,018E-06
Febrero	17.663,60	0,486	8,388	57,612	130,778	3,842	3,223	0,741	3,289E-07	1,544E-06
Marzo	16.068,80	0,527	6,806	52,410	128,877	3,495	2,379	0,547	2,992E-07	1,405E-06
Abril	20.697,50	0,465	6,290	67,507	146,462	4,502	2,832	0,651	3,853E-07	1,810E-06
Mayo	18.453,40	0,473	6,989	60,188	132,928	4,014	2,805	0,645	3,436E-07	1,613E-06
Junio	18.646,00	0,401	6,984	60,816	113,760	4,056	2,833	0,651	3,472E-07	1,630E-06
Julio	17.771,70	0,421	6,329	57,964	114,027	3,865	2,446	0,563	3,309E-07	1,554E-06
Agosto	15.441,90	0,423	6,767	50,365	99,483	3,359	2,273	0,523	2,875E-07	1,350E-06
Septiembre	17.881,30	0,437	6,113	58,322	118,912	3,889	2,377	0,547	3,329E-07	1,563E-06
Octubre	10.375,60	0,429	7,262	33,841	67,826	2,257	1,639	0,377	1,932E-07	9,072E-07
Noviembre	14.059,00	0,422	7,710	45,855	90,254	3,058	2,358	0,542	2,618E-07	1,229E-06
Diciembre	18.790,70	0,421	7,764	61,288	120,336	4,087	3,173	0,730	3,498E-07	1,643E-06
	208.925,20		<b>Total</b>	<b>681,430432</b>	<b>1427,284678</b>	<b>45,441231</b>	<b>31,6458899</b>	<b>7,278554685</b>	<b>3,88977E-06</b>	<b>1,82674E-05</b>

#### • Unidad 13

Carbón Mes	(t/mes)	S Unidad 13 %	A Unidad 13 %	NOx (t/mes)	SO2 (t/mes)	CO (t/mes)	MPT (t/mes)	PM10 (t/mes)	PCDD (t/mes)	PCDF (t/mes)
Enero	24551,400	0,514	7,556	80,077	192,038	5,340	4,035	0,928	4,571E-07	2,147E-06
Febrero	18144,400	0,482	7,945	59,180	133,284	3,946	3,135	0,721	3,378E-07	1,586E-06
Marzo	22167,100	0,525	7,335	72,300	177,114	4,821	3,536	0,813	4,127E-07	1,938E-06
Abril	19831,400	0,484	6,784	64,682	146,135	4,313	2,926	0,673	3,692E-07	1,734E-06
Mayo	16422,000	0,491	7,350	53,562	122,843	3,572	2,625	0,604	3,057E-07	1,436E-06
Junio	17506,500	0,423	7,915	57,099	112,729	3,808	3,014	0,693	3,259E-07	1,531E-06
Julio	16657,200	0,439	7,149	54,329	111,381	3,623	2,590	0,596	3,101E-07	1,456E-06
Agosto	13978,200	0,439	6,669	45,591	93,514	3,040	2,027	0,466	2,602E-07	1,222E-06
Septiembre	13545,000	0,436	6,442	44,178	89,976	2,946	1,898	0,436	2,522E-07	1,184E-06
Octubre	6010,200	0,423	7,440	19,603	38,680	1,307	0,973	0,224	1,119E-07	5,255E-07
Noviembre	10801,600	0,404	8,620	35,230	66,365	2,349	2,025	0,466	2,011E-07	9,444E-07
Diciembre	17646,300	0,411	8,174	57,555	110,537	3,838	3,137	0,722	3,285E-07	1,543E-06
	197261,3		<b>Total</b>	<b>643,387456</b>	<b>1394,596386</b>	<b>42,9043328</b>	<b>31,9222526</b>	<b>7,342118089</b>	<b>3,67261E-06</b>	<b>1,72475E-05</b>



- Unidad 14

Carbón Mes	(t/mes)	S Unidad 14 %	A Unidad 14 %	NOx (t/mes)	SO2 (t/mes)	CO (t/mes)	MPT (t/mes)	PM10 (t/mes)	PCDD (t/mes)	PCDF (t/mes)
Enero	34891,800	0,441	6,508	113,803	234,026	7,589	4,939	1,136	6,496E-07	3,051E-06
Febrero	33096,800	0,466	7,311	107,949	234,921	7,199	5,263	1,210	6,162E-07	2,894E-06
Marzo	37418,400	0,490	6,520	122,044	279,151	8,139	5,306	1,220	6,967E-07	3,272E-06
Abril	35339,100	0,470	6,586	115,262	252,793	7,686	5,062	1,164	6,579E-07	3,090E-06
Mayo	36444,600	0,460	7,059	118,868	255,004	7,927	5,595	1,287	6,785E-07	3,187E-06
Junio	29391,000	0,412	7,652	95,862	184,292	6,393	4,892	1,125	5,472E-07	2,570E-06
Julio	17375,600	0,441	7,691	56,672	116,592	3,779	2,907	0,669	3,235E-07	1,519E-06
Agosto	32845,700	0,453	7,503	107,130	226,703	7,144	5,360	1,233	6,115E-07	2,872E-06
Septiembre	33466,800	0,434	6,308	109,155	221,360	7,279	4,592	1,056	6,231E-07	2,926E-06
Octubre	28924,500	0,427	7,550	94,340	188,208	6,291	4,750	1,092	5,385E-07	2,529E-06
Noviembre	26623,400	0,421	7,833	86,835	170,454	5,791	4,536	1,043	4,957E-07	2,328E-06
Diciembre	36067,500	0,432	7,681	117,638	237,061	7,845	6,025	1,386	6,715E-07	3,154E-06
	381885,200		<b>Total</b>	<b>1245,557</b>	<b>2600,563</b>	<b>83,060</b>	<b>59,227</b>	<b>13,622</b>	<b>7,110E-06</b>	<b>3,339E-05</b>

- Unidad 15

Carbón Mes		S Unidad 15 %	A Unidad 15 %	NOx (t/mes)	SO2 (t/mes)	CO (t/mes)	MPT (t/mes)	PM10 (t/mes)	PCDD (t/mes)	PCDF (t/mes)
Enero	34304,600	0,431	6,288	111,888	224,944	7,461	4,692	1,079	6,387E-07	2,999E-06
Febrero	31288,100	0,508	7,854	102,049	242,069	6,805	5,345	1,229	5,825E-07	2,736E-06
Marzo	27219,600	0,448	6,348	88,779	185,545	5,920	3,758	0,864	5,068E-07	2,380E-06
Abril	34028,800	0,440	6,186	110,988	228,022	7,401	4,578	1,053	6,335E-07	2,975E-06
Mayo	33348,700	0,458	7,013	108,770	232,785	7,253	5,087	1,170	6,209E-07	2,916E-06
Junio	27299,100	0,392	7,168	89,039	162,832	5,938	4,256	0,979	5,083E-07	2,387E-06
Julio	30665,300	0,441	7,453	100,018	206,118	6,670	4,971	1,143	5,709E-07	2,681E-06
Agosto	6858,000	0,482	6,823	22,368	50,326	1,492	1,018	0,234	1,277E-07	5,996E-07
Septiembre	22933,300	0,437	6,279	74,799	152,530	4,988	3,132	0,720	4,270E-07	2,005E-06
Octubre	30037,900	0,427	7,874	97,972	195,288	6,533	5,144	1,183	5,592E-07	2,626E-06
Noviembre	27590,000	0,428	7,841	89,988	179,982	6,001	4,705	1,082	5,137E-07	2,412E-06
Diciembre	32475,200	0,412	8,729	105,921	203,842	7,063	6,166	1,418	6,046E-07	2,839E-06
	338048,600		<b>Total</b>	<b>1102,579</b>	<b>2264,284</b>	<b>73,526</b>	<b>52,851</b>	<b>12,156</b>	<b>6,294E-06</b>	<b>2,956E-05</b>

## 9.2 MEMORIAS DE CÁLCULO FUENTES FUGITIVAS

<i>Fuentes</i>		<i>Emision (ton/año)</i>
Carga de carbón a Tolva		<b>0,0232</b>
Descarga de Carbón a pila		<b>0,0232</b>
Carga de carbón a torre de transferencia		<b>0,0202</b>
Erosión eólica en pilas de carbón		<b>3,5E-05</b>
Operación de arrastre de material por maquinarias	Cargador Frontal 1	1,070
	Cargador Frontal 2	1,070
	Cargador frontal 3	1,070
	Cargador frontal 4	1,070
	Bulldozer 1	0,856
	Bulldozer 2	0,856
	Bulldozer 3	0,856
	<b>Total</b>	<b>6,848</b>
Maquinaria en pilas de carbón, MP por combustión	Cargador Frontal 1	0,602
	Cargador Frontal 2	0,602
	Cargador frontal 3	0,602
	Cargador frontal 4	0,481
	Bulldozer 1	0,567
	Bulldozer 2	0,567
	Bulldozer 3	0,567
	<b>Total</b>	<b>3,989</b>
Carga de cenizas		<b>0,005</b>
Tránsito de camiones resuspensión de MP		<b>1,212</b>
Tránsito de camiones, MP por combustión		<b>0,016</b>
Descarga de cenizas		<b>0,005</b>
Maquinaria en vertedero de cenizas, MP por combustión	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	0,025
	Cargador frontal Caterpillar 938H	0,045
	Cargador frontal Caterpillar 950H	0,019
	Excavadora Caterpillar 320DL	0,033
	Caterpillar Rodillo CS-533E	0,026
	<b>Total</b>	<b>0,147</b>
Operación de maquinarias en vertedero de cenizas	Cargador frontal Caterpillar 924 GZ	0,133
	Cargador frontal Caterpillar 938H	0,196
	Cargador frontal Caterpillar 950H	0,104
	Excavadora Caterpillar 320DL	0,170
	Caterpillar Rodillo CS-533E	0,098
	<b>Total</b>	<b>0,700</b>
Erosión eólica en vertedero		0,001
<b>Total emisiones fugitivas</b>		<b>12,989</b>