



**INFORME ANUAL DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO
MP-10 PARA EL AÑO 2022, OPERACIONES PORTUARIAS SQM TOCOPILLA**

**Subgerencia Medio Ambiente Nitratos Yodo
Vicepresidencia Planificación y Proyectos
Enero 2023**

ÍNDICE

I. ANTECEDENTES	2
II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	3
III. ESTIMACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	4
IV. CONCLUSIONES	15
V. BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXO I: DATOS OPERACIONALES	17
ANEXO II: EFICIENCIAS DE CONTROL POR FUENTE DE EMISIÓN	22
ANEXO III: ESTADO DE MEDIDAS DE CONTROL Y ANTECEDENTES EFICIENCIA DE CONTROL POR FUENTES	27
ANEXO IV: MEMORIA DE CÁLCULO ESTIMACIÓN DE EMISIONES PUERTO 2022	50
ANEXO V: ESTIMACIÓN DE EMISIONES PUERTO 2022.....	57
ANEXO VI. MEMORIA DE CÁLCULO ESTIMACIÓN DE EMISIONES PROYECTO 2022	65
ANEXO VII: EPISODIOS CRÍTICOS 2022.....	70

I. ANTECEDENTES

El informe anual de estimación de emisiones que lleva a cabo Operaciones Portuarias de SQM en el Puerto de Tocopilla, Región de Antofagasta. Comprende un informe anual con la estimación de emisiones de material particulado MP10, el cual incluye la identificación de todas las fuentes emisoras, plano de localización y descripción de cada una de estas.

El actual informe, está considerado en el Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante (PDDA de Tocopilla), el que es oficializado mediante D.S. N°70 del año 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicado el 12 de octubre de 2010 en el Diario Oficial.

El PDDA de Tocopilla, en su artículo N°10, establece un conjunto de acciones que deberán ser cumplidas en el plazo de un año desde la entrada en vigencia del Decreto, es decir, el 12 de octubre 2011. Además, en su artículo N°15, se establece la entrega de un informe anual con la estimación de emisiones anuales de material particulado MP10.

En este contexto, el presente documento da cuenta de la estimación de emisiones de las instalaciones portuarias de SQM en Tocopilla para el año 2022. Para el cálculo de emisiones se utilizaron como referencia las metodologías contenidas en AP- 42 de la Agencia Ambiental de EEUU (USEPA), método entregado y revisado por la Autoridad en 2006 y verificado durante el año 2019.

Cabe destacar que el Puerto de SQM en la ciudad de Tocopilla tiene como finalidad el almacenamiento y embarque de productos generados en las distintas operaciones de la empresa. El almacenamiento de productos se realiza en silos, o bien, en sectores de acopios o canchas. Los sectores de acopios se utilizan para el almacenamiento tanto de productos envasados como a granel, sin embargo, para efectos de este informe sólo se considerarán aquellos sectores donde se almacenan productos a granel, debido a que las emisiones generadas por las actividades relacionadas a los otros sectores de acopios de productos envasados son despreciables.

El producto que es almacenado a granel en canchas es cubierto mediante manteletas plásticas, lo que permite mitigar las emisiones de material particulado proveniente de estas fuentes.

El ingreso de los productos al Puerto se realiza a través de camiones, los que depositan el material en las canchas de acopio o directamente en la cuna de volteo, desde allí es enviado a los silos de almacenamiento para ser envasado o embarcado.

Cabe mencionar que desde el evento climático del 8 y 9 de agosto del 2015 y los aluviones ocurridos en la ciudad de Tocopilla, la línea férrea de SQM se vio fuertemente afectada, desde esa fecha a la actualidad, no se ha realizado el transporte de producto vía ferrocarril.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La Operación del Puerto de Tocopilla, tiene como objetivo principal el almacenamiento temporal de los productos provenientes de los distintos centros de producción de SQM y su despacho. La operación contempla 3 etapas que son: recepción, almacenamiento y despacho de productos hacia los diferentes destinos de venta del producto.

II.1. Área de recepción del producto:

Esta etapa se inicia con el ingreso de los diferentes productos provenientes de los centros de SQM, arribando al puerto vía camiones.

Los productos arribados por camión pueden ser descargados en el sector de cuna de volteos de carros, para ser transportados mediante un sistema de correas transportadoras a los silos de almacenamiento, o ser recepcionados directamente en los sectores de almacenamiento del producto.

II.2. Área de almacenamiento del producto:

El almacenamiento de los productos se realiza en canchas de almacenamiento y silos, dependiendo de la clasificación de los productos. El producto almacenado en canchas es cubierto en su superficie por manteletas plásticas que permiten mantener la calidad del producto y controlar las emisiones fugitivas.

El almacenamiento en silos corresponde principalmente a productos prilados.

II.3. Área de despacho:

Esta actividad contempla el embarque de productos a granel y envasados, en los siguientes párrafos se detalla cada una de ellas.

La salida del producto a granel desde canchas de almacenamiento se inicia con la carga del material en camión, el cual es descargado en el sector del Pan Feeder (alimentador instalado al nivel de piso sobre un túnel en el que está instalada la primera correa), posteriormente el producto es transportado

por un sistema de correas y es llevado al brazo mecanizado, el cual descarga el producto directamente hacia las bodegas del barco.

La salida del producto a granel desde los silos se inicia con la descarga del producto mediante un sistema de correas transportadoras que llevan el producto hacia el brazo mecanizado, realizando la descarga del producto hacia las bodegas del barco.

En Anexo I se presentan datos operacionales, necesarios para la estimación de emisiones.

III. ESTIMACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En esta sección se realiza una estimación de las emisiones de material particulado MP10 del Puerto que SQM tiene en la ciudad de Tocopilla. Para ello, se revisó el inventario de fuentes de emisiones de todas las actividades que se desarrollan en forma habitual en dicho Puerto, tomando como base aquellas indicadas en el Informe de Estimación de Material Particulado Planta de Embarque Operaciones Portuarias SQM Tocopilla (SQM, 2006) y que han sido utilizadas y revisadas en los informes posteriores. Las actividades que se desarrollan en el Puerto se han separado como actividades de entrada de material al Puerto y salida del producto hacia embarque.

La Figura N°1 presenta el plano que contiene las fuentes emisoras de material particulado en coordenadas UTM; datum WGS; huso 19.

El inventario de emisiones identifica seis sectores de acopio del puerto, los cuales agrupan las canchas de acopio de productos a granel que se ilustran en la Figura N°1, y se ordenan de acuerdo al tipo o clase de productos almacenados en ellos.

Durante el año del 2022, se continuó con la instalación de adocretos en la cancha N°12, logrando instalar al mes de diciembre casi un total de 6500 m².

La instalación de adocretos que se han instalado en las canchas N°6 y N°12, han permitido disminuir las emisiones producidas por el tránsito de vehículos y manejo de productos en cancha.

Para un mejor entendimiento de la metodología utilizada, la información en las siguientes secciones se estructura de la siguiente forma:

- Identificación de las fuentes de emisiones atmosféricas asociadas al puerto de embarque de Tocopilla.
- Supuestos usados en la estimación de emisiones.
- Identificación y selección de ecuaciones y factores de emisión.

Figura N°1: Plano de Fuentes de Emisión de Material Particulado y Definición de Sectores del Modelo de Estimación de Emisiones.

III.1. Identificación de las Fuentes de Emisión

A continuación, en la Tabla N°1 se presentan las fuentes de emisiones asociadas al puerto de embarque de Tocopilla para el año 2022

Tabla N°1: Fuentes de emisión según actividades de puerto¹

N°	DESCRIPCIÓN	FUENTES DE EMISIÓN TIPO	FUENTE	ECUACIONES DE CALCULO
ENTRADA MATERIAL PUERTO: Incluye sólo actividades de ingreso de material al Puerto de Embarque				
Entrada de Material a silo: Incluye las actividades del traspaso del material desde la cuna hasta el silo				
1	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
2	Transporte de material por correa transportadora N°1	Transporte de material	Fuente lineal, móvil	3
3	Traspaso de material a correa transportadora N°2	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
4	Transporte de material por correa transportadora N°2	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
5	Traspaso de material desde correa transportadora a silo	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2
Entrada de Material a sectores de acopio: Incluye las actividades de entrada de material a acopios (A, B, C, D, E, F)				
6	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
7	Transporte de material por correa transportadora N°1	Transporte de material	Fuente lineal, móvil	3
8	Traspaso de material desde correa N°1 a chute de alimentación	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
9	Carga de material desde chute de alimentación a camión	Carga de material	Fuente puntual, fija	1
10	Transporte de material por camión	Transporte de material	Fuente lineal, móvil	4
11	Descarga de camión en sector de acopio	Descarga de material	Fuente puntual, fija	1
12	Almacenamiento de material	Pilas de almacenamiento	Fuente de área, fija	5
Entrada de Material a Sector G: Incluye las actividades de entrada de material a sector G				
13	Descarga de material desde camión a buzón de alimentación	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
14	Traspaso de material desde buzón de alimentación a correa transportadora N°4	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
15	Transporte de material por correa transportadora N°4	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
16	Traspaso de material desde correa transportadora N°4 a correa N°3	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
17	Transporte de material por correa transportadora N°3	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
18	Descarga de material en silo	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2
19	Transporte de material por camión	Transporte de material	Fuente lineal, móvil	4
20	Descarga de camión en sector de acopio	Descarga de material	Fuente puntual, fija	1
21	Almacenamiento de material (Cancha N°2)	Pilas de almacenamiento	Fuente de área, fija	5
Salida de Material por brazo mecanizado: Incluye las actividades de salida de material desde sectores de acopio hacia Pan Feeder (sectores: A, B, C, D, E, F)				
22	Carga de camiones en Cancha ²	Carga de material en camión	Fuente puntual, fija	1
23	Descarga de material del camión a Pan-feeder	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2
24	Transporte de material por camión	Transporte de material	Fuente lineal, móvil	4
25	Traspaso de material de Pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
26	Transporte de material por correa N°7	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
27	Traspaso de material desde correa N°7 a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
28	Transporte de material por correa N°8	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
29	Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
30	Transporte de material por correa N°9	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3

¹ En color gris se dejan las fuentes no operativas durante el año 2022.

² En Sector D, la carga se realiza directo al sello de carga ubicado en la Cancha N°6

Tabla N°1: Fuentes de emisión según actividades de puerto¹

N°	DESCRIPCIÓN	FUENTES DE EMISIÓN TIPO	FUENTE	ECUACIONES DE CALCULO
31	Traspaso de material desde correa N°9 a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
32	Transporte de material por correa N°10	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
33	Descarga material desde correa transportadora a bodega barco	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2
33	Movimiento de maquinaria	Maquinaria	Fuente puntual, móvil	6
SALIDA MATERIAL PUERTO: Incluye sólo actividades de salida de material del Puerto de Embarque				
Salida de Material por silos: Incluye las actividades de salida de material desde los silos hacia el punto de embarque				
34	Descarga de material desde silos a correa transportadora N°5	Descarga de material	Fuente puntual, fija	1
35	Transporte de material por correa transportadora N°5	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
36	Traspaso de material desde correa N°5 a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
37	Transporte de material correa transportadora N°7	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
38	Traspaso de material desde correa N°7 a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
39	Transporte de material por correa transportadora N°8	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
40	Traspaso de material correa N°8 transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
41	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
42	Traspaso de material desde correa N°9 a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
43	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
44	Descarga material desde correa transportadora a bodega barco	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2
SALIDA MATERIAL PUERTO: Incluye sólo actividades de salida de material del Puerto de Embarque, de producto que entro directo para embarque				
Directo a Embarque: Incluye las actividades de la salida de material que ingreso directo a embarque				
45	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
46	Transporte en correa de alimentación N°1	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
47	Traspaso de material desde correa N°1 a correa transportadora N°2	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
48	Transporte en correa de alimentación N°2	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
49	Traspaso de correa N°2 a correa transportadora N°5	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
50	Transporte en correa de alimentación N°5	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
51	Traspaso de correa N°5 a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
52	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
53	Traspaso de correa N°7 a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	Fuente puntual, fija	2
54	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
55	Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	Fuente lineal, fija	2
56	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	Fuente puntual, fija	3
57	Traspaso de material correa N°9 a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	Fuente lineal, fija	2
58	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	Fuente lineal, fija	3
59	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material	Fuente puntual, fija	2

III.2. Supuestos Usados en la Estimación de Emisiones

Para el cálculo en la estimación de las emisiones 2022 se consideraron los siguientes supuestos:

- Todos los sistemas de correas se consideran activos, incluyendo las correas que forman parte del brazo mecanizado (correas N°7 a N°10), las cuales sólo funcionan cuando hay embarque.
- Se consideran dos tipos de productos que ingresan y salen del puerto: prilado y cristalizado.
- Las actividades de salida de material desde el Puerto son las mismas para todos los sectores de acopio.
- El producto llega al Puerto a través de camiones hasta el sector de la cuna de volteo para ser enviado a silos o es almacenado en los sectores de acopio. Como se ha indicado, el ingreso de producto por ferrocarril no se ha realizado desde agosto del 2015 producto del aluvión ocurrido en ese año, el que dejó inoperativa la línea férrea.
- Las eficiencias de control utilizadas se encuentran en Anexo II.
- Los valores de emisiones de material atmosféricos entregados por este inventario de emisiones (metodología AP42 de la USEPA), se calculan usando el flujo de material ponderado mensual que ingresa y sale del Puerto. En Anexo I se presentan los flujos de material y datos operacionales del Puerto para el año 2022.
- Los productos a granel incluyen en su proceso productivo el tratamiento de disminución del contenido de polvo. Esto se realiza para disminuir la cantidad de emisión, mediante la incorporación de antipolvo y/o el desarrollo de procesos físicos, como la clasificación en planta para eliminar la parte más fina de los productos. Estas medidas se realizan por requerimiento de clientes en el extranjero y como medida operacional del Puerto para mitigar las emisiones de material particulado MP10.

III.3. Identificación y Selección de Ecuaciones y Factores de Emisión

En esta sección se presenta la identificación y selección de ecuaciones y factores de emisión para cada tipo de fuente indicado en la Tabla N°1. La metodología ocupada para la elaboración del Informe de Estimación de Emisiones de 2022 es la misma ocupada en Informe de Estimación de Emisiones de Material Particulado Planta de Embarque Operaciones Portuarios SQM Tocopilla, revisada en años anteriores.

Los factores señalados provienen de la siguiente referencia: US EPA, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors", AP-42. Fifth Edition (1996-2010)

Para cada tipo de fuente emisora se señala la siguiente información:

- Referencia específica al interior del Manual EPA AP-42.
- Ecuación(es) utilizada(s)
- Símbolos usados en la(s) ecuación(es)

a) Carga y descarga de material en lotes:

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 13.2 Aggregate Handling and Storage Piles, Nov-2006.

Ecuación:

$$E = FE * flujo * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (1)$$

$$FE = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right)$$

Símbolos:

- E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).
- Flujo³ : Flujo másico de material descargado (mg/h)
- k : Constante para MP10 de 0.35 (adimensional).
- SC_{ap} : Eficiencia incorporación antipolvo, se considera 74% de eficiencia.
- U : Velocidad del viento (m/s), se considera un valor de 2,08 m/s⁴.
- M : Contenido de humedad del material (%), se considera un valor de 3%.
- FE : Factor de emisión de MP10 (kg/mg). Usando los valores descritos se obtiene 0.0023 kg/mg.
- SC⁵ : Eficiencia del sistema de control (adimensional).

- Calidad del factor de emisión: A (Según clasificación de la EPA, correspondería a Excelente).

b) Carga de material (entre correas):

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 11.19.2 Crushed Stone Processing, Tabla N°11.19.2-1 [Conveyor transfer point], Ago-2004.

Ecuación

³ En Anexo I se presentan los flujos de material de ingreso y salida al puerto del año 2022.

⁴ Corresponde al promedio de velocidad del viento durante el año 2022 medido en m/s

⁵ El Anexo II contiene las tablas de eficiencias de control por fuentes de emisión utilizadas.

$$E = FE * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * Actividad * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (2)$$

Símbolos:

E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).

FE : Factor de emisión de MP10 (kg/mg). Usando los valores descritos se obtiene 0.0023 kg/mg.

SC_{ap} : Eficiencia incorporación antipolvo, se considera 74% de eficiencia.

Actividad : Flujo o pulso volumétrico de material.

SC⁶ : Eficiencia del sistema de control (adimensional).

c) Transporte de material:

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 11.12 Concrete Batching, Tabla N°11.12-1 [*Sand and aggregate transfer to elevated bin*]. Jun-2006.

Ecuación:

$$E = FE * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * Actividad * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (3)$$

Símbolos:

E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).

FE : Factor de emisión de MP10 (kg/mg). Usando los valores descritos se obtiene 0.0023 kg/mg.

SC_{ap} : Eficiencia incorporación antipolvo, se considera 74% de eficiencia.

Actividad : Flujo o pulso volumétrico de material.

SC : Eficiencia del sistema de control (adimensional).

d) Transporte en camión:

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 13.2.1 Paved Roads, Ecuación 1, Tabla N°13.2.1-1. Enero 2011 y (Tabla 82, Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, CONAMA 2009).

⁶ El Anexo II contiene las tablas de eficiencias de control por fuentes de emisión utilizadas.

Ecuación:

$$E = FE * D * NV * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (4)$$

$$FE = k * sL^{0.91} * W^{1.02}$$

Símbolos:

- E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).
- K : Factor de partícula camino pavimentado (gr/km recorrido). Se considera un valor de 0.62 gr/km (Tabla 13.2.1-1 de la referencia).
- sL : Finos por área de camino 4.2 (gr/m²) (Tabla 82 de la referencia).
- W : Peso promedio vehículo 28 ton (diferencia entre camión cargado 28 ton y camión vacío 14 ton).
- SC⁷ : Eficiencia del sistema de control (adimensional).
- FE : Factor de emisión de MP10 (gr/km recorrido).
- D : Distancia recorrida por viaje.
- NV : N° de vehículos trabajando (vehículo/h).

e) Pilas de almacenamiento:

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 11.9 Western Surface Coal Mining, Tabla N°11.9-1 [*Active storage pile (wind erosion and maintenance), coal*]. Octubre 1998.

Ecuación:

$$E = FE * k * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * S * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (5)$$

$$FE=1,8*U$$

Símbolos:

- E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).
- K : Factor de conversión de PTS a MP10 (kg/kg). Se considera el valor 0.45 kg/kg (Tabla 11.9-1 de la referencia).
- S : Superficie expuesta de la pila de almacenamiento (ha).
- SC : Eficiencia del sistema de control (adimensional).

⁷ El Anexo II contiene las tablas de eficiencias de control por fuentes de emisión utilizadas.

U : Velocidad del viento (m/s), se considera un valor de 2.08 m/s.

FE : Factor de emisión de PTS (kg/ha-h). De los datos anteriores y reemplazando en la ecuación se obtiene un valor de 4.05 kg/ha-h.

- Calidad del factor de emisión: C (Según clasificación de la EPA, correspondería a Promedio).

f) Tubos de escape maquinarias

Referencia:

South Coast Air Quality Management District. CEQA Air Quality Handbook, Noviembre 1993, Tablas N°A 9-8-B, A 9-8-C y A 9-8-D.

Ecuación:

$$E = FE * hp * NV \quad (6)$$

Símbolos:

E : Tasa de emisión de MP10 (kg/h).

FE : Factor de emisión de MP10 (kg/h-hp). Se considera 0.00045 (kg/h-hp) para bulldozer de 185 hp.

Hp : Potencia equipo.

NV : N° de vehículos trabajando (vehículo/h).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos al aplicar el modelo de estimación de emisiones del puerto de Tocopilla para el año 2022 se observan en la Tabla N°2.

Tabla N°2. Resumen emisiones 2022 - Puerto de Embarque de Tocopilla (ton/mes).

RESUMEN EMISIONES 2022 - PUERTO DE EMBARQUE DE TOCOPILLA (ton/mes)

SECTORES ACOPIOS	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total (ton/año)
Sector A	0,05	0,05	0,06	0,04	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03	0,01	0,47
Sector B	0,01	0,04	0,01	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,03	0,03	0,01	0,04	0,31
Sector C	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,20
Sector D	0,05	0,09	0,05	0,08	0,07	0,09	0,06	0,06	0,05	0,09	0,05	0,08	0,82
Sector E	0,13	0,12	0,06	0,08	0,10	0,11	0,06	0,15	0,09	0,05	0,09	0,07	1,10
Sector F	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,16
Sector G	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,12
Total Acopios	0,28	0,33	0,21	0,27	0,29	0,31	0,22	0,32	0,22	0,27	0,20	0,26	3,17

SILOS	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total (ton/año)
Silo 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silo 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Silo 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Silo 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Silo 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silo 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Total Silos	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05

DIRECTO EMBARQUE	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total (ton/año)
Directo Embarque	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Directo envasadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Directo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total (ton/año)
TOTAL	0,29	0,34	0,21	0,27	0,30	0,32	0,22	0,32	0,22	0,27	0,20	0,27	3,22

Total Año 2022	
TOTAL APOORTE ACOPIOS (ton/año)	3,17
TOTAL APOORTE SILOS (ton/año)	0,05
TOTAL APOORTE DIRECTO EMBARQUE (ton/año)	0,00
TOTAL APOORTE PROYECTO (ton /año)	0,55
TOTAL PUERTO (ton/año)	3,77

IV. CONCLUSIONES

- Durante el 2022, SIT mantuvo implementadas y operativas las medidas comprometidas en el artículo N°10 del PDDA de Tocopilla (se adjunta detalle de cada una de estas medidas y su estado en Anexo III). Dos de las tres medidas comprometidas, el sello de carga en la Cancha N°3 y el encapsulamiento de harneado, no han sido necesarias desde el 2014, dado que las actividades asociadas no se realizan al interior de las instalaciones portuarias. Específicamente, para el sello de carga, el ferrocarril ya no descarga producto en esta cancha. En el año 2017, se retiraron las estructuras del sello de carga y solo se ocupan camiones provenientes de las distintas faenas de SQM con descarga directa a canchas. En el caso del harneado, esta actividad ya no se realiza al interior del puerto y los equipos fueron retirados, tal como se informó a la Autoridad mediante carta MA 242/13. La medida del sistema automático de carga desde Cancha N°6, se encuentra operativa.
- Durante el año 2022 se siguen considerando las medidas adicionales de control de emisiones, un permanente control en la aplicación del antipolvo y la limpieza de camiones a la salida de cancha.
- Durante el año 2022 no se generaron episodios críticos, por lo que no fue necesario activar plan operacional comprometido.
- Con las medidas implementadas y con acciones para la minimización del contenido de polvo de los productos, las emisiones del año 2022 asociadas a las actividades del puerto de SQM, consistentes en la recepción, almacenamiento y embarque de productos generados en las distintas operaciones de la empresa, fue de 3.22 ton/año de material particulado MP10. Las emisiones asociadas a proyectos operacionales del 2022 especificados en Anexo VI fue de 0.55 ton/año. Para el 2022, el total de emisión de material particulado fue de 3.77 ton/año.

V. BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- US EPA, “Compilation of Air Pollutant Emission Factors”, AP-42. Fifth Edition (1996-2002)
- Manual EPA-42, Sección 13.2-Aggregate Handling and Storage Piles, Enero de 1995.
- Manual EPA-42, Sección 11.19.2-Crushed Stone Processing, Tabla N° 11.19.2-1 [Conveyor transfer point]
- South Coast Air Quality Management District. CEQA Air Quality Handbook, Noviembre 1993,
- D.S N°70 del 2010, Plan de Descontaminación de Tocopilla.
- Informe de estimación de emisiones de material particulado Planta de embarque Operaciones Portuarios SQM Tocopilla 2005.
- Análisis de calidad del aire para MP10 en Tocopilla, Dictuc 2006.
- Mejoramiento de la Calidad del aire, Ambiosis 2007.
- Análisis Técnico del Plan de descontaminación por MP10 para Tocopilla y las observaciones al Anteproyecto – Pedro Sanhueza, 2008.
- Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones de Fuentes fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, 2009
- Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana.

Referencias de Internet

- www.epa.gov, U.S. Environmental Protection Agency.
- www.mma.gob.cl, Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

ANEXO I: DATOS OPERACIONALES

Tabla N°3. Flujos másicos de producto mensuales de entrada y salida año 2022 (ton/mes) por canchas.

		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total Año
Sector A	Cancha 1	22.647	14.461	33.658	18.642	3.487	18.519	23.688	1.764	7.840	22.240	9.132	3.840	179.918
	Cancha 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Recepción (Ton)	22.647	14.461	33.658	18.642	3.487	18.519	23.688	1.764	7.840	22.240	9.132	3.840	179.918
	Cancha 1	21.076	20.976	18.343	18.342	16.357	21.448	13.804	10.137	8.152	17.554	8.592	0	174.779
	Cancha 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Embarque (Ton)	21.076	20.976	18.343	18.342	16.357	21.448	13.804	10.137	8.152	17.554	8.592	0	174.779
Sector B	Cancha 8	0	0	0	0	5.680	28	0	15.222	0	4.719	2.479	0	28.126
	Cancha 9	346	1.360	1.103	2.901	0	0	0	0	0	0	0	0	5.709
	Recepción (Ton)	346	1.360	1.103	2.901	5.680	28	0	15.222	0	4.719	2.479	0	33.836
	Cancha 8	0	18.402	0	12.401	15.491	0	4.003	17.505	10.912	9.774	0	16.373	104.861
	Cancha 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Embarque (Ton)	0	18.402	0	12.401	15.491	0	4.003	17.505	10.912	9.774	0	16.373	104.861
Sector C	Cancha 12	6.879	11.619	6.641	16.809	27.897	6.442	4.408	11.769	936	9.329	1.271	392	104.391
	Cancha 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Recepción (Ton)	6.879	11.619	6.641	16.809	27.897	6.442	4.408	11.769	936	9.329	1.271	392	104.391
	Cancha 12	0	7.162	0	1.506	14.396	19.079	3.599	3.000	933	8.770	0	0	58.445
	Cancha 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Embarque (Ton)	0	7.162	0	1.506	14.396	19.079	3.599	3.000	933	8.770	0	0	58.445
Sector D	Cancha 6	19.626	35.388	39.072	35.514	19.930	48.367	41.033	15.206	18.888	33.712	11.745	25.609	344.091
	Recepción (Ton)	19.626	35.388	39.072	35.514	19.930	48.367	41.033	15.206	18.888	33.712	11.745	25.609	344.091
	Cancha 6	7.004	45.114	0	34.583	30.672	28.134	5.903	18.048	6.402	36.984	11.161	24.411	248.416
	Embarque (Ton)	7.004	45.114	0	34.583	30.672	28.134	5.903	18.048	6.402	36.984	11.161	24.411	248.416
Sector E	Cancha 3	14.043	15.927	16.652	22.877	23.458	18.795	19.869	8.873	34.654	7.652	10.406	8.724	201.931
	Cancha 4	30.865	24.645	4.722	11.109	19.738	17.841	7.553	21.891	7.016	884	11.156	12.081	169.501
	Recepción (Ton)	44.908	40.572	21.374	33.987	43.196	36.636	27.422	30.764	41.670	8.536	21.562	20.805	371.431
	Cancha 3	7.671	24.196	13.658	19.432	23.394	15.072	5.646	34.693	21.134	2.747	5.304	8.304	181.250
	Cancha 4	45.765	26.853	0	6.002	8.590	24.741	0	27.376	0	1.194	22.444	7.082	170.047
	Embarque (Ton)	53.436	51.049	13.658	25.434	31.984	39.813	5.646	62.069	21.134	3.942	27.748	15.386	351.296
Sector F	Cancha 10	793	0	0	0	0	0	0	0	0	614	0	0	1.408
	Cancha 10 B	0	0	0	616	408	2.990	0	0	0	1.968	1.201	108	7.291
	Cancha 11	0	0	584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584
	Recepción (Ton)	793	0	584	616	408	2.990	0	0	0	2.582	1.201	108	9.283
	Cancha 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cancha 10B	0	0	0	0	0	975	0	0	0	4.924	0	0	5.899
	Cancha 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Embarque (Ton)	0	0	0	0	0	975	0	0	0	4.924	0	0	5.899
	Recepción Canchas	11.205	4.392	9.162	9.272	7.216	8.103	9.031	6.571	8.204	8.851	3.918	8.089	94.012
	Recepción Silos	0	0	0	388	249	128	763	714	120	0	0	651	3.013
	Recepción Total	11.205	4.392	9.162	9.659	7.465	8.231	9.795	7.285	8.324	8.851	3.918	8.740	97.025

Tabla N°4. Flujos máxicos de producto por Silos año 2022 (ton/mes).

		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total Año
Silo 1	Recepción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Embarque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silo 2	Recepción	0	5.971	86	2.239	0	5.958	0	0	0	5.757	0	0	20.010
	Embarque	0	2.340	0	5.004	0	3.762	0	0	0	1.032	0	4.000	16.138
Silo 3	Recepción	0	0	0	0	1.416	3.940	0	0	0	2.812	0	1.196	9.364
	Embarque	4.500	0	0	0	0	5.000	0	0	0	0	0	0	9.500
Silo 4	Recepción	0	625	3.768	0	0	0	6.932	0	0	0	0	1.133	12.458
	Embarque	738	0	0	0	5.220	0	175	3.590	0	0	0	0	9.723
Silo 5	Recepción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.354	3.354
	Embarque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silo 6	Recepción	6.887	0	1.576	0	2.846	0	0	1.857	8.450	1.021	7.963	0	30.600
	Embarque	2.948	3.001	0	0	1.184	0	3.231	1.441	9.140	0	0	0	20.946

Tabla N°4. Flujos máxicos de producto directo a Embarque o Envasadora año 2022 (ton/mes).

		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total Año
Directo Embarque	Entrada/salida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Directo Envasadora	Entrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla N°6. Días de recepción y embarque 2022.

Periodo	Días Recepción	Días Embarque
01-2022	31	12
02-2022	27	19
03-2022	31	4
04-2022	30	11
05-2022	31	15
06-2022	30	15
07-2022	31	6
08-2022	31	18
09-2022	30	9
10-2022	31	12
11-2022	29	8
12-2022	31	10

Tabla N°7. Superficie de almacenamiento de Canchas.

Cancha	Superficie (m ²)
1	4.675
3	15.905
4	9.975
6	11.249
8	4.692
9	3.980
10	2.626
10 B	3.527
11	1.188
12	1.087

Cabe señalar que durante el período de almacenamiento de producto en las canchas para granel no se ocupa la superficie total de ellas. Sin embargo, para hacer el cálculo de las estimaciones de emisiones se considera la superficie total de las canchas como condición más desfavorable para el cálculo total de las emisiones.

Tabla N°8. Coordenadas WGS 84 – Canchas de almacenamiento.

Cancha	Norte	Este	Cancha	Norte	Este	Cancha	Norte	Este
Cancha 1	7.556.224,7	375.387,2	Cancha 6	7.556.158,2	375.365,6	Cancha 10	7.555.870,7	375.268,7
	7.556.207,4	375.389,8		7.556.155,2	375.375,7		7.555.866,0	375.273,2
	7.556.169,1	375.275,5		7.556.136,5	375.374,6		7.555.860,2	375.278,2
	7.556.180,2	375.272,6		7.556.129,7	375.352,5		7.555.851,2	375.269,8
	7.556.186,3	375.271,1		7.556.101,6	375.359,8		7.555.843,7	375.263,4
	7.556.209,2	375.266,3		7.556.094,9	375.335,4		7.555.834,6	375.255,5
	7.556.215,8	375.268,6		7.556.026,9	375.356,0		7.555.825,7	375.248,1
	7.556.230,6	375.305,8		7.556.025,3	375.350,2		7.555.817,4	375.239,8
Cancha 3	7.556.228,6	375.364,0		7.556.007,4	375.354,6		7.555.808,1	375.232,3
	7.556.224,4	375.364,1		7.556.008,1	375.356,8		7.555.790,1	375.219,0
	7.556.029,7	375.265,6		7.555.985,5	375.363,5		7.555.780,1	375.212,5
	7.556.017,4	375.270,4		7.555.984,7	375.361,3		7.555.711,5	375.205,6
	7.555.979,5	375.280,3		7.555.970,3	375.365,5		7.555.777,2	375.200,7
	7.555.962,9	375.279,9		7.555.949,2	375.356,4		7.555.784,8	375.195,6
	7.555.949,2	375.287,5		7.555.923,4	375.329,3		7.555.793,3	375.189,6
	7.555.935,2	375.294,2		7.555.960,6	375.318,8		7.555.802,9	375.190,7
	7.555.913,4	375.288,5		7.556.017,9	375.307,3		7.555.806,7	375.192,4
	7.555.906,4	375.293,6		7.556.082,5	375.288,5		7.555.809,8	375.194,7
	7.555.895,7	375.278,8		7.556.091,1	375.286,8		7.555.816,1	375.202,5
	7.555.885,0	375.263,0		7.556.091,1	375.287,1		7.555.837,1	375.228,0
	7.555.881,6	375.258,7		7.556.124,1	375.278,2		7.555.851,9	375.244,8
	7.555.874,5	375.244,3		7.556.131,2	375.292,2		7.555.858,9	375.253,3
	7.555.857,8	375.224,3	Cancha 8	7.556.207,4	375.451,8	Cancha 10 B	7.555.867,0	375.263,5
	7.555.845,7	375.212,1		7.556.183,0	375.518,4		7.555.775,5	375.177,7
	7.555.939,3	375.132,7		7.556.147,3	375.542,5		7.555.757,3	375.192,4
	7.555.962,9	375.166,3		7.556.128,3	375.514,4		7.555.666,9	375.120,7
	7.555.970,0	375.176,8		7.556.157,2	375.423,2	Cancha 11	7.555.694,1	375.094,2
Cancha 4	7.555.990,4	375.204,9	Cancha 9	7.556.185,2	375.408,7		7.555.676,3	375.047,2
	7.556.000,0	375.220,0		7.556.163,9	375.553,8		7.555.696,3	375.069,0
	7.556.019,1	375.248,8		7.556.176,3	375.567,7		7.555.662,4	375.095,8
	7.556.019,8	375.250,0		7.556.167,4	375.578,8		7.555.648,2	375.066,1
	7.555.845,7	375.212,1		7.556.146,5	375.598,6	Cancha 12	7.556.126,7	375.454,8
	7.555.838,3	375.206,2		7.556.117,1	375.596,5		7.556.119,6	375.478,8
	7.555.826,0	375.190,1		7.556.096,7	375.587,9		7.556.066,0	375.436,9
	7.555.804,4	375.164,8		7.556.095,7	375.586,7		7.556.069,8	375.428,2
	7.555.793,7	375.152,3		7.556.076,3	375.565,1			
	7.555.790,2	375.148,3		7.556.122,3	375.523,9			
	7.555.857,9	375.098,8		7.556.153,9	375.559,6			
	7.555.877,0	375.085,9						
	7.555.889,8	375.076,1						
	7.555.916,2	375.101,4						
	7.555.939,3	375.132,7						

ANEXO II: EFICIENCIAS DE CONTROL POR FUENTE DE EMISIÓN

A continuación, en Tabla N°9 se muestran los valores usados para las distintas eficiencias de control para cada una de las fuentes de emisión determinadas.

Tabla N°9 – Eficiencia de control en las fuentes de emisión existentes

EFICIENCIAS DE CONTROL (SC) ⁸	SECTORES DE ACOPIO: A
	Entrada de material acopio Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1 Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación Carga de material desde chute de alimentación a camión.
80	Transporte de camiones (barredora)
0	Descarga de camiones en Cancha
96	Almacenamiento de material en cancha N°1
95	Almacenamiento de material en cancha N°5
	Salida material desde acopio Uso de maquinaria en sector de acopio
0	Carga Camiones
80	Transporte de camiones
80	Descarga del material de camión a Pan Feeder
80	Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7
98	Transporte de material a correa transportadora N°7
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8
98	Transporte de material a correa transportadora N°8
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9
98	Transporte de material a correa transportadora N°9
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10
98	Transporte de material a correa transportadora N°10
90	Descarga material por correa transportadora N°10 a bodega barco
EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTORES DE ACOPIO: B
	Entrada de material a acopio Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1 Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación Carga de material desde chute de alimentación a camión.
80	Transporte de camiones (barredora)
0	Descarga de camiones en Cancha
96	Almacenamiento de material en cancha N°8
	Salida material desde acopio Uso de maquinaria en sector de acopio
0	Carga Camiones
80	Transporte de camiones
80	Descarga del material de camión a Pan Feeder
80	Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7
98	Transporte de material a correa transportadora N°7
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8
98	Transporte de material a correa transportadora N°8
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9
98	Transporte de material a correa transportadora N°9
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10
98	Transporte de material a correa transportadora N°10
90	Descarga material por correa transportadora N°10 a bodega barco

⁸ Las fuentes en gris no se consideran eficiencia debido a que no se realizó ingreso de producto por tren durante 2022.

EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTORES DE ACOPIO: C
80	Entrada de material a acopio
0	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1
95	Transporte de material por correa transportadora N°1
	Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación
	Carga de material desde chute de alimentación a camión.
80	Transporte de camiones (barredora)
0	Descarga de camiones en Cancha
95	Almacenamiento de material en cancha N°12
0	Salida material desde acopio
0	Uso de maquinaria en sector de acopio
80	Carga Camiones
80	Transporte de camiones
80	Descarga del material de camión a Pan Feeder
80	Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7
98	Transporte de material a correa transportadora N°7
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8
98	Transporte de material a correa transportadora N°8
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9
98	Transporte de material a correa transportadora N°9
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10
98	Transporte de material a correa transportadora N°10
90	Descarga de material por correa transportadora N°10 a bodega barco
EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTOR DE ACOPIOS: D
	Entrada de material a los acopios
	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1
	Transporte de material por correa transportadora N°1
	Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación
	Carga de material desde chute de alimentación a camión.
80	Transporte de camiones (barredora)
0	Descarga de camiones en Cancha
95	Almacenamiento de material en cancha N°6
0	Salida material desde acopios
	Uso de maquinaria en sector de acopio
80	Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°6
98	Transporte de material a correa transportadora N°6
80	Descarga del material de camión a Pan Feeder
80	Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7
98	Transporte de material a correa transportadora N°7
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8
98	Transporte de material a correa transportadora N°8
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9
98	Transporte de material a correa transportadora N°9
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10
98	Transporte de material a correa transportadora N°10
90	Descarga material por correa transportadora N°10 a bodega barco

EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTORES DE ACOPIO: E
	Entrada de material a acopio Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1 Transporte de material por correa transportadora N°1 Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación Carga de material desde chute de alimentación a camión. 80 Transporte de camiones (barredora) 0 Descarga de camiones en Cancha 96 Almacenamiento de material en cancha N°3 95 Almacenamiento de material en cancha N°4 Salida material desde acopio 0 Uso de maquinaria en sector de acopio 0 Carga Camiones 80 Transporte de camiones 80 Descarga del material de camión a Pan Feeder 80 Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7 98 Transporte de material a correa transportadora N°7 80 Traspaso de material a correa transportadora N°8 98 Transporte de material a correa transportadora N°8 80 Traspaso de material a correa transportadora N°9 98 Transporte de material a correa transportadora N°9 80 Traspaso de material a correa transportadora N°10 98 Transporte de material a correa transportadora N°10 90 Descarga material por correa transportadora N°10 a bodega barco
EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTORES DE ACOPIO: F
	Entrada de material a acopio Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1 Transporte de material por correa transportadora N°1 Traspaso de material desde correa transportadora N°1 a chute de alimentación Carga de material desde chute de alimentación a camión. 80 Transporte de camiones (barredora) 0 Descarga de camiones en Cancha 95 Almacenamiento de material en cancha N°10 95 Almacenamiento de material en cancha N°10 B 95 Almacenamiento de material en cancha N°11 Salida material desde acopio 0 Uso de maquinaria en sector de acopio 0 Carga Camiones 80 Transporte de camiones 80 Descarga del material de camión a Pan Feeder 80 Traspaso de Pan Feeder a Correa transportadora N°7 98 Transporte de material a correa transportadora N°7 80 Traspaso de material a correa transportadora N°8 98 Transporte de material a correa transportadora N°8 80 Traspaso de material a correa transportadora N°9 98 Transporte de material a correa transportadora N°9 80 Traspaso de material a correa transportadora N°10 98 Transporte de material a correa transportadora N°10 90 Descarga material por correa transportadora N°10 a bodega barco

EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	SECTORES DE ACOPIO: G
40	Descarga de camión en buzón de alimentación
80	Traspaso de buzón de alimentación a correa transportadora N°4
98	Transporte de material en correa N°4
80	Traspaso de material desde correa N°4 a correa transportadora N°3
98	Transporte de material en correa N°3
80	Descarga de correa N°3 a envasadora
80	Carga de material
80	Transporte de camiones
95	Salida material desde silos
	Descarga de silo a empaque

EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	Silos 1, 2, 3, 4, 5 y 6
90	Entrada de material a silos
98	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1
80	Transporte en correa de alimentación N°1
98	Traspaso de material desde correa N°1 a correa transportadora N°2
95	Transporte en correa de alimentación N°2
80	Descarga de correa N°2 a silo
	Transporte de camiones
95	Salida material desde silos
98	Descarga de silo a correa transportadora N°5
90	Transporte en correa de alimentación N°5
98	Traspaso de correa N°5 a correa transportadora N°7
80	Transporte de material por correa transportadora N°7
98	Traspaso de correa N°7 a correa transportadora N°8
80	Transporte de material correa transportadora N°8
98	Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9
80	Transporte de material por correa transportadora N°9
98	Traspaso de material correa N°9 a correa transportadora N°10
90	Transporte de material por correa transportadora N°10
	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco
EFICIENCIAS DE CONTROL (SC)	Directo a embarque
90	Traspaso de material desde cuna a correa transportadora N°1
98	Transporte en correa de alimentación N°1
80	Traspaso de material desde correa N°1 a correa transportadora N°2
98	Transporte en correa de alimentación N°2
80	Traspaso de correa N°2 a correa transportadora N°5
98	Transporte en correa de alimentación N°5
80	Traspaso de correa N°5 a correa transportadora N°7
98	Transporte de material por correa transportadora N°7
80	Traspaso de correa N°7 a correa transportadora N°8
98	Transporte de material correa transportadora N°8
80	Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9
98	Transporte de material por correa transportadora N°9
80	Traspaso de material correa N°9 a correa transportadora N°10
98	Transporte de material por correa transportadora N°10
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco

**ANEXO III: ESTADO DE MEDIDAS DE CONTROL Y
ANTECEDENTES EFICIENCIA DE CONTROL POR FUENTES**

A continuación, presentamos el estado de las medidas de control de reducción de emisiones comprometidas en PDDA:

a) Pavimentación de cancha N°8, medida operativa.



Fotografía N°1: Pavimentación Cancha N°8.

b) Mejoras en sistema de captación de polvo en cuna de volteo de carros, medida operativa.



Fotografía N°2: Mejora en sistema de captación del polvo en cuna de volteo.

c) Pavimentación de caminos costanera y sector sur, medida operativa.



Fotografía N°3: Pavimentación caminos costanera.



Fotografía N°4: Pavimentación caminos sector sur.



Fotografía N°5: Pavimentación caminos sector cancha 12.

- d) Implementación de barreras de viento en canchas N°1 y N°3, medida operativa.



Fotografía N°6: Barrera de viento Cancha N°1 vista de Norte a Sur.



Fotografía N°7: Barrera de viento Cancha N°1 vista de Sur a Norte.



Fotografía N°8: Barrera de viento Cancha N°3.



Fotografía N°9: Barrera de viento Cancha N°3.

Se mantiene un contrato vigente GABA-SPT-2017-18899-00 de recambio de barreras de viento con la empresa Acuña E.I.R.L. Estos recambios se realizan cuando se deterioran las mallas, durante el año 2022 fueron cambiadas 12 mallas que ya no se podían reparar.

e) Sello de carga de cancha N°3, reduciendo uso de correas 1 y 2, medida no operativa



Fotografía N°10: Sector donde se ubicada el Sello de carga en Cancha N°3.

Desde la entrada en vigencia del PDDA que no se ha utilizado el sello de carga, debido a que el producto ingresa a esta cancha directamente a través de camiones y no por tren, por lo que no era necesario utilizar el sello. La estructura del sello de carga fue desmantelada durante el 2017, como se puede observar en la fotografía N°9. En el evento de que se requieran estas estructuras se construirán nuevamente. Desde el 2014, y teniendo presente lo antes señalado, la medida asociada al “Sello de carga de Cancha N°3”, reduciendo uso de correas 1 y 2, no está operativa.

- f) Eliminación de cancha N°2 como sector de almacenamiento de graneles, medida operativa.



Fotografía N°11: Eliminación de almacenamiento granel Cancha N°2.

- g) Eliminación de cancha N°7 (cancha límite norte), medida operativa.



Fotografía N°12: Eliminación de almacenamiento granel Cancha N°7.

- h) Encapsular el proceso de harneado del material: Desde el 2014 que esta medida no está operativa y fue comunicada oportunamente a la Autoridad mediante carta MA 242/13, por lo que esta actividad no se realiza al interior de las instalaciones portuarias de SIT desde esa fecha.
- i) Sistema automático para carga y descarga de productos en cancha N°6: El año 2016 comienzan los trabajos para la ejecución del proyecto Habilitación de Mecanización de Producto hacia Embarque de Correa N°6 en Cancha N°6, la actividad se comunicó a la Superintendencia del Medio Ambiente mediante carta GS 159/16. El proyecto entró en operación durante enero de 2019. Es importante aclarar que el proyecto ejecutado considera solo la habilitación del sistema de mecanización de producto hacia embarque de correa N°6. El proceso de carga de producto en el sector de almacenamiento se mantendrá de la misma manera que se realiza en la actualidad, es decir descarga de camiones directo a cancha. Para el cálculo de emisiones del 2022 esta medida fue considerada en inventario, con ingreso y salida del sector por camiones.



Fotografía N°13: Sistema automático en cancha N°6.

A continuación, se detallan las medidas de control para disminuir las emisiones, especificando aquellas de carácter voluntario:

- Aplicación de supresores de polvo (antidust) a productos y desarrollo de supresores adicionales (medida voluntaria).

Para minimizar la emisión de polvo SQM ha implementado antipolvo a sus productos a granel durante el proceso productivo que realiza en las distintas plantas de la empresa, esta aplicación se realiza en la etapa final del proceso de cada uno de los productos terminados. La aplicación de antipolvo a los productos terminados ha permitido reducir la emisión en el transporte, embarque y desembarque.

El control de la cuantificación de polvo que emiten los productos se realiza utilizando como base la norma alemana DIN 55992, que es el índice de emisión de polvo (SR), expresado en mg/100g de muestra y obtenido en un equipo medidor de polvo Heubach, el cual es un parámetro útil para clasificar un producto en una escala cuantitativa correlacionada con evaluaciones cualitativas del tipo emite/no emite.

Los valores “SR” que son medidos para cada uno de los productos a graneles están siendo clasificados de acuerdo a una tabla reportada por Wells en 1982 en la Guía Técnica de la Sociedad Británica de Higiene Ocupacional (BOHS) N°4 titulada “Dustiness Estimation Methods for Dry Materials “.

Medida que ha permitido disminuir, las emisiones generadas en las diferentes actividades de carga y descarga realizadas al interior del Puerto de Tocopilla.

- Sistemas de captación de material particulado en Cuna de Volteo

Para reducir las emisiones de polvo fugitivo ocasionado en el volteo de carros, se implementó un encapsulamiento de la cuna e instalación de un sistema de captación de polvo (campana – ciclón - cámara de decantación). Según antecedentes técnicos, este tipo de tecnología es usada para controlar el material particulado, principalmente de diámetro aerodinámico mayor de 10 μm .

Para el caso del sistema de captación de polvo de la cuna de volteo el diseño considera que un 95% del polvo emitido dentro de la cuna de volteo es capturado por el sistema de aspiración (campana presión positiva).

Posteriormente, esta emisión es enviada al ciclón existente, el cual utilizan la inercia para remover las partículas de la corriente del gas. Los ciclones imparten una fuerza centrífuga a la corriente de

gas, normalmente en una cámara de forma cónica. Estos equipos operan creando un vórtice doble dentro del cuerpo del mismo. El gas que entra es forzado a bajar por el cuerpo del ciclón con movimiento circular dentro de la superficie del tubo del ciclón. En el fondo del ciclón la dirección del gas se invierte y sube en espirales por el centro del tubo y sale por la tapa del ciclón. Las partículas en la corriente del gas son forzadas hacia la pared del ciclón por la fuerza centrífuga del gas en rotación, pero se les opone la fuerza de arrastre, haciendo que las partículas alcancen la pared del ciclón y sean colectadas. Con las partículas más pequeñas la fuerza de arrastre es mayor que la inercia, ocasionando que las partículas salgan del ciclón junto con el gas. La gravedad también hace que las partículas más grandes que llegan a la pared del ciclón bajen hacia la tolva. Aunque utilizan el mismo mecanismo de separación que los separadores por impulso, los ciclones son más efectivos porque tiene un patrón de flujo de gas más complejo.

Se estima que los rangos de eficiencia de control de los ciclones individuales de alta eficiencia son de 80 a 99 % para material particulado; de 60 a 95 % para MP10; y de 20 a 70% para PM2,5. ⁹

Cabe destacar que las emisiones generadas por nuestros productos corresponden a material particulado grueso, sobre 10 μm , y se considera una eficiencia de control de 90%.



Fotografía N°14: Cuna de volteo de carros.

⁹ Hoja de datos – Tecnología de Control de Contaminante del aire – Ciclones (EPA -452/ F-03-005).

- Sistemas de captación de material particulado en Pan Feeder:

Para reducir las emisiones de polvo fugitivo ocasionado por la descarga de camiones, se implementó el encapsulamiento del Pan Feeder e instalación de un sistema de captación de polvo (campana – filtro de manga). Según antecedentes técnicos, este tipo de equipos es usado para controlar el material particulado menor que incluye material particulado menor o igual a 10 micrómetros (micras) de diámetro aerodinámico (PM10), partículas inferiores o igual a 2,5 μm de diámetro aerodinámico (PM2.5).

Los filtros de manga trabajan bajo el mismo principio que una aspiradora de uso doméstico. El flujo pasa por el material de filtro que retira las partículas. El filtro de tela es eficiente para retener partículas finas y puede sobrepasar 99% de remoción en la mayoría de las aplicaciones. Las eficiencias típicas de equipos nuevos varían entre el 99 y el 99,9%. Los equipos viejos existentes tienen un rango de eficiencia de operación de 95 a 99,9%.¹⁰

En la práctica el sistema de captación de polvo global según mediciones tiene una eficiencia de 80%.



Fotografía N°15: Sistema de captación de polvo Pan feeder

¹⁰ Hoja de datos – Tecnología de Control de Contaminante del aire – Filtro de Manga (EPA -452/ F-03-005).



Fotografía N°16: Sistema de captación MP.

- Cobertura de correas transportadoras.

Las correas transportadoras existentes en los procesos de carga y descarga de producto se encuentran cubiertas de modo que no haya generación de emisiones ni pérdida de material mientras se traslada hacia los distintos puntos de almacenamiento y embarque. Se estima una eficiencia del 98%, por posibles pérdidas por sello durante el transporte del producto asumiendo un 2% de pérdida.



Fotografía N°17: Cobertura de correas transportadoras.



Fotografía N°18: Cobertura de correas transportadoras.

- Cobertura de puntos de traspaso de material.

Los puntos de traspaso de correas transportadoras existentes en los procesos de carga y descarga de producto se encuentran protegidos con manteletas de modo que no haya generación de emisiones ni pérdida de material mientras se traslada hacia los distintos puntos de almacenamiento y embarque. Se estima una eficiencia del 80%.

- Cobertura de los productos almacenados a granel (medida voluntaria).

Para minimizar las emisiones producidas por el almacenamiento de material a granel las instalaciones del Puerto, se ha tomado como medida mantener tapado el producto con manteletas durante el período que las canchas no se encuentran operativas lo que reduciría a cero las emisiones generadas. La eficiencia de control de esta medida considera un 95%.

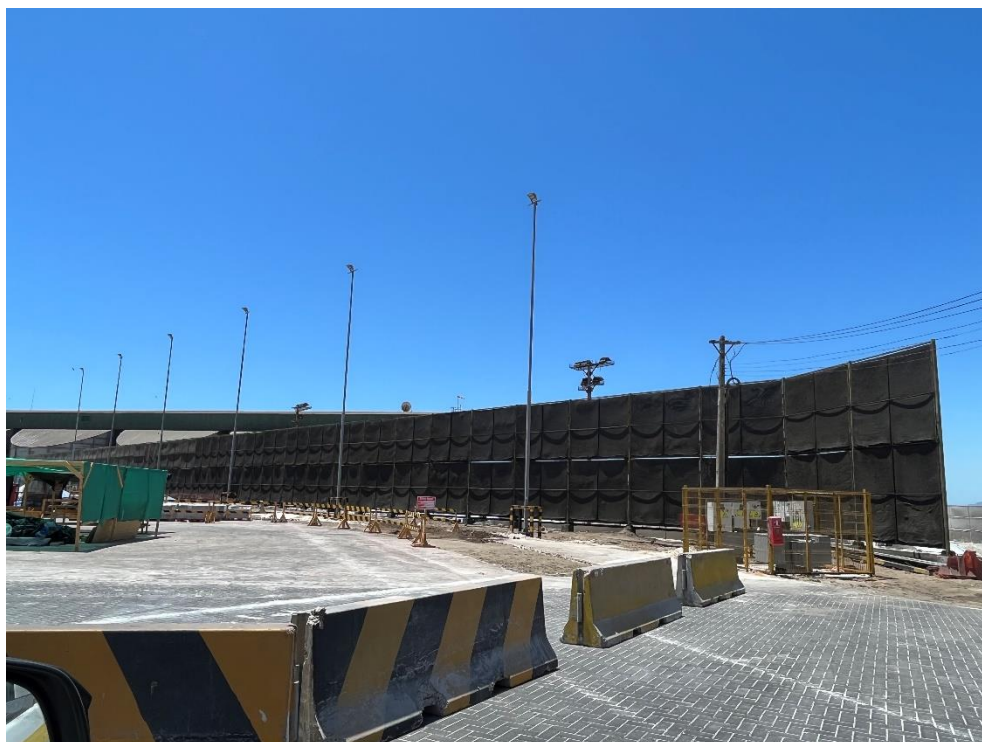


Fotografía N°19: Producto cubierto cancha N°3 y 4.



Fotografía N°20: Producto encarpado en cancha N°6.

SIT adicionalmente ha implementado barreras de vientos en las canchas N°4 y N°8 con una altura aproximada de 18 metros y la cancha N°9 se habilita, con cierre perimetral y techo, lo que permite una eficiencia de 96% en el almacenamiento estas canchas. Durante el 2019 se construyeron nuevas barreras de viento en la cancha N°12 con una altura de 7 metros aproximados que se aumentaran a 10 metros de altura total durante el año 2020. Considerando que la eficiencia de las barreras en la literatura corresponde en promedio a un 80% de eficiencia.



Fotografía N°21: Barrera de viento Cancha N°12.



Fotografía N°22: Barrera de viento Cancha N°8.



Fotografía N°23: Barrera de viento Cancha N°4.

- Barrido permanente de los caminos.

De modo de minimizar la posible resuspensión de polvo generado por el tránsito de camiones por esas vías, se mantiene en forma permanente el barrido de camino, los equipos utilizados corresponden a barredora de tipo Industrial marca Tennant modelo Sentinel, con diseño de barrido en seco con cepillo autorregulable, máximo control de polvo en los ventiladores de dobles aspiración, barredora marca Scarab con diseño de barrido con pulverizadores ajustables de supresión de polvo, y barredora Caterpillar. Se asume que se extrae el 80% del polvo de los caminos.



Fotografía N°24: Barredora marca Scarab.

- Tránsito de caminos internos.

La velocidad de los caminos internos está restringida a 20 Km/h y a 30 Km/h. Además, el Puerto implementó lectores de velocidad en distintas áreas del recinto para un mayor control de la velocidad.



Fotografía N°25: Restricción de velocidad por los caminos internos.



Fotografía N°26: Lector de velocidad.

- Descarga de producto desde correa transportadora N°10 a bodega de barco.

La descarga del producto desde la correa transportadora a bodega se realiza mediante telescópico Cleveland, la actividad implica una disminución de la velocidad de caída del producto, lo que ocasiona que el producto que cae no extraiga el aire hacia abajo con ella y por lo tanto disminuye la emisión de material particulado generado por la caída de producto a la bodega del barco. Se estima una eficiencia de un 90%, estipulado en especificaciones técnicas del equipo.



Fotografía N°27. Brazo telescópico Cleveland.

**ANEXO IV: MEMORIA DE CÁLCULO ESTIMACIÓN DE EMISIONES
PUERTO 2022**

MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES PUERTO TOCOPILLA

RECEPCIÓN PRODUCTO GRANEL

Durante el año 2022, el ingreso de producto a granel al Puerto de Tocopilla se realiza por camiones. Para la entrada de material al puerto, las fuentes identificadas para el ingreso de producto a sectores de acopio (Tabla N°1) son:

- Transporte de material por camión.
- Descarga de camión en sector de acopio.
- Almacenamiento de material.

a) Transporte de material en camión

Utilizando la Ecuación N°4, mencionadas en el punto III.3:

$$E = k * sL^{0.91} * W^{1.02} * D * NV * \left(1 - \frac{SC}{100}\right)$$

K	: 0.62 gr/km
sL	: 4.2 (gr/m ²)
W	: 28 ton (peso promedio entre camión cargado y camión vacío).
SC	: 80% (Eficiencia del sistema de control, adimensional).
FE	: Factor de emisión de MP10 (gr/km recorrido).
D	: Distancia recorrida por viaje (Tabla N°9).
NV	: N° de vehículos trabajando (vehículo/h), (Flujo másico/capacidad camión).

Para el ingreso al sector A, enero 2022. (Tabla N°4):

$$E = 0,62 * 4,2^{0.91} * 28^{1.02} * 0,718 * 2 * \frac{22.647}{28} * \left(1 - \frac{80}{100}\right) \quad [g]$$

E=15.910,61 g/mes

E=0,0213 kg/h

b) Descarga de material en el sector del acopio

Utilizando la Ecuación N°1, mencionadas en el punto III.3:

Ecuación:

$$E = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * flujo * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad [kg/h]$$

Símbolos:

Flujo:	Flujo másico de material descargado (Mg/h)
k:	0,35 (adimensional)
SC _{ap} :	74
U:	2,08 m/s.
M:	3%.
SC:	0%

Para el sector A, enero 2022. (Tabla N°3)

$$E = 0,35 * 0,0016 * \frac{\left(\frac{2,08}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{3}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{74}{100}\right) * \frac{22.647}{744} * \left(1 - \frac{0}{100}\right) \quad [kg/h]$$

E=0,0000029 [kg/h]

c) Almacenamiento de Material

Utilizando la Ecuación N°5, mencionadas en el punto III.3.

$$E = 1,8 * U * k * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * S * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

k	0,45 [kg/kg]
S:	0,5353 [ha] (área almacenamiento cancha 1)
SC _{ap} :	74 %
SC:	96 %
U:	2,08 [m/s]

Para el sector A, enero 2022. (Tabla N°3)

$$E = 1,8 * 2,08 * 0,45 * \left(1 - \frac{74}{100}\right) * 0,5275 * \left(1 - \frac{96}{100}\right) \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

E=0,0093 [Kg/h]

SALIDA DE PRODUCTO (EMBARQUE)

- Carga de material al camión en cancha excepto en la cancha N°6, que se realiza por sello de carga
- Transporte de material por camión
- Descarga de material del camión a Pan feeder
- Movimiento de maquinaria
- Traspaso de material de Pan feeder a correa transportadora N°7
- Transporte de material por correa N°7
- Traspaso de material desde correa N°7 a correa transportadora N°8
- Transporte de material por correa N°8
- Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9
- Transporte de material por correa N°9
- Traspaso de material desde correa N°9 a correa transportadora N°10
- Transporte de material por correa N°10
- Descarga material desde correa transportadora a bodega barco

a) Carga y Descarga de Material

La ecuación Ecuación N°1, mencionadas en el punto III.3. Se utiliza tanto para la carga del camión como para la descarga en Pan feeder.

$$E = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * flujo * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad [kg/h]$$

Juntando actividades carga de camión en cancha, descarga en Pan feeder y descarga a bodega barco:

$$E = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * flujo * \left[\left(1 - \frac{SC_{cancha}}{100}\right) + \left(1 - \frac{SC_{pan-feeder}}{100}\right)\right] \quad [kg/h]$$

Símbolos:

Flujo:	Flujo másico de material cargado y descargado (Mg/h)
k:	0,35 (adimensional)
SC _{ap} :	74 %
U:	2,08 m/s.
M:	3%.
SC _{cancha} :	0% (camiones en cancha)
SC _{Pan-Feeder} :	80% (Pan Feeder)

Para el sector A, enero 2022. (Tabla N°3):

$$E = 0,35 * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * flujo * \left[\left(1 - \frac{SC_{cancha}}{100}\right) + \left(1 - \frac{SC_{pan-feeder}}{100}\right)\right] [kg/h]$$

$$E = 0,35 * 0,0016 * \frac{\left(\frac{2,08}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{3}{2}\right)^{1,4}} * \left(1 - \frac{74}{100}\right) * \frac{22.647}{744} * \left[\left(1 - \frac{0}{100}\right) + \left(1 - \frac{80}{100}\right)\right] [kg/h]$$

$$E = 0,0028 [kg/h]$$

b) Transporte de material en camión

Utilizando la Ecuación N°4, mencionadas en el punto III.3:

$$E = k * sL^{0.91} * W^{1.02} * D * NV * \left(1 - \frac{SC}{100}\right)$$

Símbolos

K:	0,62 [g/Km]
sL:	4,2 [g/m ²]
W:	28 [Ton] (peso promedio camión cargado, camión vacío)
SC:	Eficiencia del sistema de control [adimensional] (80%)
D:	Distancia recorrida por viaje [Km], (Tabla 9)
NV:	N° de vehículos trabajando [vehículo/h], (Flujo másico/capacidad camión)

Para el ingreso al sector A, enero 2022:

$$E = 0,62 * 4,2^{0.91} * 28^{1.02} * 0,287 * 2 * \frac{21.076}{28} * \left(1 - \frac{80}{100}\right) [g/mes]$$

$$E = 5.918,638 \text{ g/mes}$$

$$E = 0,0079 \text{ kg/h}$$

c) Transporte de material en correa

La ecuación Ecuación N°3, mencionadas en el punto III.3. Se utiliza para el transporte de material por correas N°7, 8, 9 y 10:

$$E = FE * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * Actividad * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

FE: 0.0017 kg/Mg.

Actividad: Flujo de material transportado (Mg/h)

SC_{ap}: 74 % (Eficiencia incorporación antipolvo)

SC: 98 % (Eficiencia del sistema de control correas)

$$E = 0,0017 * \left(1 - \frac{74}{100}\right) * \frac{21.076}{744} * \left(1 - \frac{98}{100}\right) \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

E= 0,000987 [Kg/h] por correas

La suma para correas N°7, 8, 9 y 10, para Sector A, para el mes de enero 2022 es:

E= 0,000987 [Kg/h]

d) Traspaso entre correas y descarga en bodega de barco

Utilizando la Ecuación N°3, mencionadas en el punto III.3, juntando traspasos:

- Traspaso de material de Pan feeder a correa transportadora N°7
- Traspaso de material desde correa N°7 a correa transportadora N°8
- Traspaso de material desde correa N°8 a correa transportadora N°9
- Traspaso de material desde correa N°9 a correa transportadora N°10
- Descarga material desde correa transportadora a bodega barco

Se tiene:

$$E = FE * \left(1 - \frac{SC_{ap}}{100}\right) * Actividad * \left[\left(1 - \frac{SC_{Traspaso}}{100}\right) * N^{\circ} Traspasos + \left(1 - \frac{SC_{Chute}}{100}\right)\right] \left[\frac{Kg}{h}\right]$$

Donde:

FE:	0,00055 kg/Mg.
SC _{ap} :	74 % (Eficiencia incorporación antipolvo)
Actividad:	Flujo o pulso volumétrico de material (Mg/h)
SC _{traspaso} :	80% (Eficiencia del sistema de control traspaso entre correas)
SC _{chute} :	90% (Eficiencia del sistema de control chute telescópico)

$$E = 0,00055 * \left(1 - \frac{74}{100}\right) * \frac{21.076}{744} * \left[\left(1 - \frac{80}{100}\right) * 4 + \left(1 - \frac{90}{100}\right)\right] \left[\frac{Kg}{h}\right]$$

$$E=0,00364 [Kg/h]$$

e) Uso de maquinaria en Sector de Acopio

Utilizando la Ecuación N°6, mencionadas en el punto III.3:

$$E = FE * hp * NV \left[\frac{Kg}{h}\right]$$

FE:	0.00045 (kg/h-hp) (bulldozer de 185 hp)
hp:	185 hp
NV:	3 [vehículo/h] (bulldozer operando 24 h en días de embarque)

$$E = 0,00045 * 185 * 3 * \frac{24 * \text{días embarque}}{744} * \frac{\text{Flujo másico Sector}}{\text{Flujo Embarcado}} \left[\frac{Kg}{h}\right]$$

$$E = 0,00045 * 185 * 3 * \frac{24 * 12}{744} * \frac{21.076}{89.702} \left[\frac{Kg}{h}\right]$$

$$E=0.0113 [kg/h]$$

Los resultados para cada actividad, por cada sector en forma mensual se presenta en Anexo V.

ANEXO V: ESTIMACIÓN DE EMISIONES PUERTO 2022

EMISIONES PUERTO DE TOCOPILLA (Kg/h)

SECTORES ACOPIO

Eficiencias de Control			Sector A		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
					Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector A																
80	Camiones (transporte por caminos internos)	Transporte de Material			0,0214	0,0151	0,0318	0,0182	0,0033	0,0181	0,0224	0,0017	0,0077	0,0210	0,0089	0,0036
0	Descarga Camiones	Descarga			0,0023	0,0016	0,0035	0,0020	0,0004	0,0020	0,0024	0,0002	0,0008	0,0023	0,0010	0,0004
96	Almacenamiento de material en Cancha N°1	Almacenamiento de material			0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094
95	Almacenamiento de material en Cancha N°5	Almacenamiento de material			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total Entradas Sector A					0,0331	0,0261	0,0446	0,0296	0,0130	0,0294	0,0342	0,0112	0,0179	0,0327	0,0193	0,0134
Salida material desde Sector A																
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape			0,0250	0,0249	0,0185	0,0182	0,0182	0,0245	0,0202	0,0133	0,0128	0,0207	0,0120	0,0000
0	Carga Camiones	Carga de material en camión			0,0022	0,0024	0,0019	0,0020	0,0017	0,0023	0,0014	0,0010	0,0009	0,0018	0,0009	0,0000
80	Camiones	Transporte de Material			0,0080	0,0088	0,0069	0,0072	0,0062	0,0084	0,0052	0,0038	0,0032	0,0066	0,0034	0,0000
80	Descarga del material del camión a pan feeder	Descarga de material			0,0004	0,0005	0,0004	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002	0,0000
80	Traspaso pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga			0,0008	0,0009	0,0007	0,0007	0,0006	0,0009	0,0005	0,0004	0,0003	0,0007	0,0003	0,0000
98	Traspaso de material por correa transportadora N°7	Transporte de material			0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga			0,0008	0,0009	0,0007	0,0007	0,0006	0,0009	0,0005	0,0004	0,0003	0,0007	0,0003	0,0000
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material			0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga			0,0008	0,0009	0,0007	0,0007	0,0006	0,0009	0,0005	0,0004	0,0003	0,0007	0,0003	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material			0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga			0,0008	0,0009	0,0007	0,0007	0,0006	0,0009	0,0005	0,0004	0,0003	0,0007	0,0003	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material			0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Punto de traspaso y descarga			0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0000
Total Salidas Sector A					0,0402	0,0417	0,0317	0,0319	0,0300	0,0405	0,0302	0,0206	0,0190	0,0334	0,0185	0,0000
TOTAL SECTOR A					0,0733	0,0678	0,0763	0,0614	0,0430	0,0699	0,0644	0,0318	0,0369	0,0661	0,0377	0,0134
Eficiencias de Control			Sector B		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
					Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector B																
80	Camiones				0,0004	0,0017	0,0013	0,0035	0,0065	0,0000	0,0000	0,0176	0,0000	0,0054	0,0030	0,0000
0	Descarga Camiones	Descarga			0,0000	0,0002	0,0001	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,0005	0,0003	0,0000
96	Almacenamiento de material en Cancha N°8	Almacenamiento de material			0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119
96	Almacenamiento de material Cancha N°9	Almacenamiento de material			0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068	0,0068
Total Entradas Sector B					0,0123	0,0138	0,0132	0,0156	0,0190	0,0119	0,0119	0,0310	0,0119	0,0178	0,0151	0,0119
Salida material desde Sector B																
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape			0,0000	0,0219	0,0000	0,0123	0,0172	0,0000	0,0059	0,0229	0,0172	0,0115	0,0000	0,0235
0	Carga Camiones	Carga de material en camión			0,0022	0,0024	0,0019	0,0020	0,0017	0,0023	0,0014	0,0010	0,0009	0,0018	0,0009	0,0000
80	Camiones	Transporte de Material			0,0000	0,0128	0,0000	0,0081	0,0098	0,0000	0,0025	0,0110	0,0071	0,0062	0,0000	0,0103
80	Descarga del material del camión a pan feeder	Descarga de material			0,0000	0,0004	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0000	0,0003
80	Traspaso pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga			0,0000	0,0008	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0002	0,0007	0,0004	0,0004	0,0000	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material			0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga			0,0000	0,0008	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0002	0,0007	0,0004	0,0004	0,0000	0,0006
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material			0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga			0,0000	0,0008	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0002	0,0007	0,0004	0,0004	0,0000	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material			0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga			0,0000	0,0008	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0002	0,0007	0,0004	0,0004	0,0000	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material			0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material			0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0000	0,0003
Total Salidas Sector B					0,0022	0,0420	0,0019	0,0254	0,0324	0,0023	0,0108	0,0392	0,0279	0,0219	0,0009	0,0377
TOTAL SECTOR B					0,0145	0,0557	0,0151	0,0410	0,0514	0,0142	0,0226	0,0702	0,0397	0,0396	0,0160	0,0496

Eficiencias de Control		Sector C	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
			Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector C														
80	Camiones		0,0056	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	Descarga Camiones	Descarga	0,0007	0,0013	0,0007	0,0018	0,0029	0,0007	0,0005	0,0012	0,0001	0,0010	0,0001	0,0000
95	Almacenamiento de material en Cancha N°12	Almacenamiento de material	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099	0,0099
Total Entradas Sector C			0,0162	0,0112	0,0106	0,0117	0,0128	0,0106	0,0103	0,0111	0,0100	0,0108	0,0100	0,0099
Salida material desde Sector C														
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape	0,0000	0,0085	0,0000	0,0015	0,0160	0,0218	0,0053	0,0039	0,0015	0,0103	0,0000	0,0000
0	Carga Camiones	Carga de material en camión	0,0000	0,0008	0,0000	0,0002	0,0015	0,0020	0,0004	0,0003	0,0001	0,0009	0,0000	0,0000
80	Camiones	Transporte de Material	0,0000	0,0064	0,0000	0,0013	0,0117	0,0160	0,0029	0,0024	0,0008	0,0071	0,0000	0,0000
80	Descarga del material del camión a pan feeder	Descarga de material	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
80	Traspaso pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0008	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
Total Salidas Sector C			0,0000	0,0177	0,0000	0,0033	0,0326	0,0446	0,0094	0,0074	0,0026	0,0205	0,0000	0,0000
TOTAL SECTOR C			0,0162	0,0289	0,0106	0,0150	0,0454	0,0551	0,0198	0,0185	0,0126	0,0313	0,0100	0,0099
Eficiencias de Control														
		Sector D	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
			Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector D														
80	Camiones		0,0139	0,0277	0,0277	0,0260	0,0141	0,0354	0,0290	0,0108	0,0138	0,0239	0,0086	0,0181
0	Descarga Camiones	Descarga	0,0020	0,0040	0,0040	0,0038	0,0021	0,0052	0,0042	0,0016	0,0020	0,0035	0,0013	0,0026
95	Almacenamiento de material en cancha N°6	Almacenamiento de material	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369	0,0369
Total Entradas Sector D			0,0528	0,0687	0,0686	0,0667	0,0531	0,0774	0,0702	0,0492	0,0527	0,0642	0,0467	0,0577
Salida material desde Sector D														
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape	0,0083	0,0536	0,0000	0,0343	0,0340	0,0321	0,0087	0,0236	0,0101	0,0436	0,0156	0,0350
	Traspaso de buzón a correa transportadora N°6	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
	Transporte de material por correa transportadora N°6	Transporte de material	0,0000	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
80	Descarga material correa transportadora N°6 a traspaso	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
98	Transporte de material por correa transportadora N°5	Transporte de material	0,0000	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
80	Traspaso de material a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
98	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material	0,0001	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material	0,0001	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	0,0001	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	0,0003	0,0019	0,0000	0,0014	0,0012	0,0011	0,0002	0,0007	0,0003	0,0014	0,0004	0,0009
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	0,0001	0,0006	0,0000	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material	0,0001	0,0010	0,0000	0,0007	0,0006	0,0006	0,0001	0,0003	0,0001	0,0007	0,0002	0,0005
Total Salidas Sector D			0,0109	0,0726	0,0000	0,0479	0,0457	0,0432	0,0109	0,0305	0,0126	0,0577	0,0200	0,0443
TOTAL SECTOR D			0,0637	0,1412	0,0686	0,1146	0,0988	0,1206	0,0811	0,0797	0,0653	0,1219	0,0668	0,1020

Eficiencias de Control		Sector E	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
			Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector E														
80	Camiones		0,0109	0,0109	0,0052	0,0085	0,0105	0,0092	0,0067	0,0075	0,0105	0,0021	0,0054	0,0051
0	Descarga Camiones	Descarga	0,0046	0,0046	0,0022	0,0036	0,0045	0,0039	0,0028	0,0032	0,0044	0,0009	0,0023	0,0021
96	Almacenamiento de material en Cancha N°3	Almacenamiento de material	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294
95	Almacenamiento de material en Cancha N°4	Almacenamiento de material	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218	0,0218
Total Entradas Sector E			0,0668	0,0668	0,0586	0,0634	0,0662	0,0643	0,0607	0,0619	0,0661	0,0542	0,0589	0,0584
Salida material desde sector E														
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape	0,0634	0,0606	0,0138	0,0252	0,0355	0,0454	0,0083	0,0813	0,0333	0,0047	0,0389	0,0221
0	Carga Camiones	Carga de material en camión	0,0055	0,0058	0,0014	0,0027	0,0033	0,0042	0,0006	0,0064	0,0023	0,0004	0,0030	0,0016
80	Camiones	Transporte de Material	0,0303	0,0321	0,0078	0,0149	0,0182	0,0234	0,0032	0,0352	0,0124	0,0022	0,0163	0,0087
80	Descarga del material del camión a pan feeder	Descarga de material	0,0011	0,0012	0,0003	0,0005	0,0007	0,0008	0,0001	0,0013	0,0005	0,0001	0,0006	0,0003
80	Traspaso pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	0,0021	0,0022	0,0005	0,0010	0,0012	0,0016	0,0002	0,0024	0,0008	0,0002	0,0011	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material	0,0006	0,0007	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0001	0,0007	0,0003	0,0000	0,0003	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	0,0021	0,0022	0,0005	0,0010	0,0012	0,0016	0,0002	0,0024	0,0008	0,0002	0,0011	0,0006
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material	0,0006	0,0007	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0001	0,0007	0,0003	0,0000	0,0003	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	0,0021	0,0022	0,0005	0,0010	0,0012	0,0016	0,0002	0,0024	0,0008	0,0002	0,0011	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	0,0006	0,0007	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0001	0,0007	0,0003	0,0000	0,0003	0,0002
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	0,0021	0,0022	0,0005	0,0010	0,0012	0,0016	0,0002	0,0024	0,0008	0,0002	0,0011	0,0006
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	0,0006	0,0007	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0001	0,0007	0,0003	0,0000	0,0003	0,0002
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material	0,0010	0,0011	0,0003	0,0005	0,0006	0,0008	0,0001	0,0012	0,0004	0,0001	0,0006	0,0003
Total Salidas Sector E			0,1121	0,1122	0,0262	0,0492	0,0647	0,0829	0,0134	0,1379	0,0532	0,0082	0,0650	0,0361
TOTAL SECTOR E			0,1789	0,1789	0,0848	0,1126	0,1308	0,1473	0,0741	0,1997	0,1193	0,0624	0,1240	0,0945

Eficiencias de Control		Sector F	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
			Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector F														
80	Camiones		0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000
0	Descarga Camiones	Descarga	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000
95	Almacenamiento de material en Cancha N°10	Almacenamiento de material	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043
95	Almacenamiento de material en Cancha N°10B	Almacenamiento de material	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095
95	Almacenamiento de material en Cancha N°11	Almacenamiento de material	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Total Entradas Sector F			0,0168	0,0166	0,0167	0,0167	0,0167	0,0171	0,0166	0,0166	0,0166	0,0171	0,0168	0,0166
Salida material desde sector F														
0	Uso de maquinaria en sector de acopio	Tubos de escape	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0000	0,0000
0	Carga Camiones	Carga de material en camión	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
80	Camiones	Transporte de Material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0038	0,0000	0,0000
80	Descarga del material del camión a pan-feeder	Descarga de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso pan-feeder a correa transportadora N°7	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°7	Transporte de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°8	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
98	Transporte de material correa transportadora N°8	Transporte de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°9	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°9	Transporte de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
80	Traspaso de material a correa transportadora N°10	Punto de traspaso y descarga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
98	Transporte de material por correa transportadora N°10	Transporte de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
90	Descarga material correa transportadora N°10 a bodega barco	Descarga de material	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Total Salidas Sector F			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0113	0,0000	0,0000
TOTAL SECTORES F			0,0168	0,0166	0,0167	0,0167	0,0167	0,0194	0,0166	0,0166	0,0166	0,0284	0,0168	0,0166

Eficiencias de Control	Sector G		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sept-22	oct-22	nov-22	dic-22
			Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr	Kg/hr
Entrada material a sector G														
40	Descarga de camión en buzón de alimentación	Descarga de material	0,0007	0,0003	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003	0,0035
80	Traspaso de buzón de alimentación a correa transportadora N°4	Punto de traspaso y descarga	0,0004	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022
98	Transporte de material en correa N°4	Transporte de material	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0007
80	Traspaso de material desde correa N°4 a correa transportadora N°3	Punto de traspaso y descarga	0,0004	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022
98	Transporte de material en correa N°3	Transporte de material	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0007
80	Descarga de correa N°3 a silo	Punto de traspaso y descarga	0,0004	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022
80	Camiones	Transporte	0,0093	0,0040	0,0076	0,0083	0,0062	0,0071	0,0081	0,0060	0,0071	0,0073	0,0034	0,0468
0	Descarga de Material	Descarga	0,0012	0,0005	0,0009	0,0010	0,0008	0,0009	0,0010	0,0008	0,0009	0,0009	0,0004	0,0058
95	Almacenamiento de material	Almacenamiento de material en silo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total Entradas Sector G			0,0127	0,0055	0,0104	0,0113	0,0085	0,0096	0,0111	0,0083	0,0098	0,0100	0,0046	0,0640
Salida material desde sector G														
95	Descarga de silo a empaque	Descarga de material	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0011
Total Salidas Sector G			0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0011
TOTAL SECTOR G			0,0129	0,0056	0,0106	0,0115	0,0086	0,0098	0,0113	0,0084	0,0099	0,0102	0,0047	0,0651

[illegible]

**ANEXO VI. MEMORIA DE CÁLCULO ESTIMACIÓN DE EMISIONES
PROYECTO 2022**

En esta sección se presenta la identificación y selección de ecuaciones y factores de emisión, para cada tipo de fuente asociada a los trabajos de instalación de adocretos en la cancha N°15 y trabajos de ampliación en la cancha N°6, Los factores señalados provienen de la siguiente referencia: US EPA, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors", AP-42. Fifth Edition (1996-2010), y la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana.

A continuación, se detalla la metodología ocupada:

$$E = FE * Na * \left(1 - \frac{SC}{100}\right)$$

Símbolos

E:	Tasa de emisión de MP10 (kg/h)
Na:	Nivel de actividad
SC:	Eficiencia del sistema de control (adimensional)
FE:	Factor de Emisión

a) Excavaciones:

Referencia:

Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana, Ministerio del Medio Ambiente, Enero 2012. Tabla 4.3.

$$FE = 0,45 * 0,75 * \frac{s^{1,5}}{M^{1,4}} \quad (1)$$

E:	Tasa de emisión de MP10 (kg/h excavada)
s:	% de finos del suelo. Se usa un valor de 3%.
M:	% Humedad Material. Se usa valor de 6,5 %

Para calcular el nivel de actividad, se considera el rendimiento de pala de 2 m³ es igual 60 m³/h. La cantidad de material excavado fue 4182m³, lo que corresponde a 832 horas excavadora, en 17 días. Reemplazando los valores:

FE = 0,128 kg/hora excavada.

FE= 0,0017 kg/día

E= 1,69 kg

b) Carga y descarga de material en lotes

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 13.2 Aggregate Handling and Storage Piles, Noviembre 2006

Ecuación:

$$E = FE * flujo * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (2)$$
$$FE = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Símbolos:

E:	Tasa de emisión de MP10 (kg)
Flujo	Flujo másico de material descargado (Mg)
k:	Constante para PM 10 de 0,35 (adimensional)
U:	Velocidad del viento. (m/s) Se usó un valor de 2,08 m/s.
M:	Contenido de humedad del material. (%) Se consideró un valor de 6,5%.

La cantidad de material de relleno fue 4182 m³, considerando una densidad de 1,6 Mg/m³.

Reemplazando los valores:

FE = 0,0001 kg/h.

E= 6,68 kg

c) Pilas de almacenamiento:

Referencia:

Manual EPA-42, Sección 11.9 Western Surface Coal Mining, Tabla 11.9-1 [*Active storage pile (wind erosion and maintenance), coal*]. Octubre 1998

Ecuación:

$$E = FE * k * S * \left(1 - \frac{SC}{100}\right) \quad (3)$$
$$FE=1,8*U$$

Símbolos:

E:	Tasa de emisión de MP10 (kg/h)
k	Factor de conversión de PTS a MP10 (kg/kg). Se usa un valor de 0,45 kg/kg (Tabla 11.9-1)
S:	Superficie expuesta de la pila de almacenamiento. (ha)
SC	Eficiencia del sistema de control (adimensional)
U:	Velocidad media del viento. (m/s) Se consideró un valor de 2.08 m/s.
FE:	Factor de emisión de PTS. (kg/ha-h) De los datos anteriores, y reemplazando en la ecuación se obtiene un valor de 0,7 kg/ha-h.

La superficie de almacenamiento es 0,708 ha, ya que el almacenamiento fue de 10 días. Y considerando que la pila se mantiene humectada SC 60%

Reemplazando los valores:

E= 114,4 kg

d) Escarpes:

Referencia:

Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana, Ministerio del Medio Ambiente, Enero 2012. Tabla 4.1.

FE= 5,7 (kg/km)

Por defecto 1 ha se recorre una distancia de 3,57.

El área de preparación superficie fue 7080 m². (0,0,708ha).

Reemplazando los valores:

Km = 2,52 km

E= 14,41 kg

e) Tubos de escape maquinarias

Referencia

South Coast Air Quality Management District. CEQA Air Quality Handbook, Noviembre 1993, Tablas A 9-8-B, A 9-8-C y A 9-8-D.

Ecuación:

$$E = FE * hp * NV \quad (4)$$

Símbolos

E:	Tasa de emisión de MP10 (kg/h)
FE:	Factor de emisión de MP10. (kg/h-hp). Se considera 0.00045 (kg/h-hp), para de 185 hp
hp:	Potencia equipo
NV:	N° de horas de vehículos trabajando

Considerando 200 horas de maquinaria, reemplazando los valores:

E= 413,34 kg

Lo que equivale a un aporte total de 0,55 Ton/año de material particulado PM10.

ANEXO VII: EPISODIOS CRÍTICOS 2022

Durante el año 2022 no se generaron episodios críticos, tal como se señala a continuación:

Tabla N°10. Plan de Episodios Críticos.

Fecha	Nivel			Observaciones
	1	2	3	
Enero 2022.				Sin observación
Febrero 2022.				Sin observación
Marzo 2022.				Sin observación
Abril 2022.				Sin observación
Mayo 2022.				Sin observación
Junio 2022.				Sin observación
Julio 2022.				Sin observación
Agosto 2022.				Sin observación
Septiembre 2022.				Sin observación
Octubre 2022.				Sin observación
Noviembre 2022.				Sin observación
Diciembre 2022.				Sin observación