



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA LA CALIDAD DE AIRE Y RUIDO**

**AMBIENTAL EN LA EMPRESA TERMINALES PORTUARIOS PERUANOS S.A.C.**

**Línea de investigación:  
Biodiversidad ecológica y conservación**

Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Lucio Gutiérrez, Stalin Rodrigo

**Asesora:**

Aparicio Ilazaca, Roxana Clara Yaquely

Código ORCID 0000-00002-8826-4603

**Jurado:**

Mendoza Garcia, Jose Tomas

Rojas Leon, Gladys

Osorio Rojas, Eberardo Antonio

Lima - Perú

2023

# ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA LA CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL EN LA EMPRESA TERMINALES PORTUARIOS PERUANOS S.A.C.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

20%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	WSP PERU S.A.. "Actualización y Modificación del Instrumento de Gestión Ambiental de la Planta de Fabricación de Cemento-IGA0019040", R.D. N° 255-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2022 Publicación	1%
3	<a href="https://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	GEA CONSULTING PERU S.A.C.. "DAA de la Planta de Elaboración de Productos Lácteos-IGA0015918", R.D. N° 867-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022 Publicación	1%
5	CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG - CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYECTOS - CYDEP S.A.S.. "DIA del Proyecto Relleno	1%

## ÍNDICE

ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Trayectoria del autor .....	11
1.2. Descripción de la Empresa.....	12
1.2.1. <i>Datos Generales</i> .....	12
1.2.2. <i>Misión y Visión</i> .....	12
1.2.3. <i>Servicios</i> .....	12
1.2.4. <i>Acreditaciones</i> .....	13
1.3. Organigrama de la empresa.....	13
1.4. Áreas y funciones desempeñadas .....	14
2. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA .....	15
2.1. Descripción del tema.....	15
2.1.1. Ubicación del proyecto .....	17
2.1.2. Descripción de la empresa .....	17
2.1.3. Estaciones de monitoreo .....	18
2.2. Objetivos .....	19
2.3. Metodología .....	21
2.3.1. Calidad de aire .....	21
2.3.2. Calidad de Ruido Ambiental.....	21
2.4. Instrumentos de medición .....	22

2.4.1. Calidad de aire .....	22
2.4.2. Presión Sonora .....	26
2.5. Conclusiones .....	27
2.5.1. Material Particulado (PM <sub>10</sub> ).....	27
2.5.2. Material Particulado (PM <sub>2.5</sub> ).....	29
2.5.3. Monóxido de Carbono (CO).....	32
2.5.4. Meteorología.....	34
2.5.5. Presión Sonora ambiental .....	34
2.6. Análisis de los resultados del monitoreo.....	36
2.6.1. Medidas correctivas que se deben aplicar para mejorar la Calidad del Aire y Ruido	37
2.6.2. Alternativas de mejora para la Calidad de Aire y ruido Ambiental.....	38
III. APORTE MAS DESTACABLE A LA EMPRESA .....	40
IV. CONCLUSIONES.....	41
V. RECOMENDACIONES .....	42
VI. REFERENCIAS .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire</i> .....	18
<b>Tabla 2</b> <i>Ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de ruido</i> .....	19
<b>Tabla 3</b> <i>Estándares de Calidad Ambiental para Aire</i> .....	21
<b>Tabla 4</b> <i>Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido</i> .....	22
<b>Tabla 5</b> <i>Descripción del equipo muestreador de partículas <math>PM_{10}</math></i> .....	23
<b>Tabla 6</b> <i>Descripción del equipo muestreador de partículas <math>PM_{2.5}</math></i> .....	23
<b>Tabla 7</b> <i>Equipo para muestreo de Gases</i> .....	24
<b>Tabla 8</b> <i>Equipo de medición para el muestreo de parámetros meteorológicos</i> .....	25
<b>Tabla 9</b> <i>unidades y rango de medición</i> .....	26
<b>Tabla 10</b> <i>Monitoreo de Material Particulado (<math>PM_{10}</math>)</i> .....	28
<b>Tabla 11</b> <i>Material Particulado (<math>PM_{2.5}</math>) de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	30
<b>Tabla 12</b> <i>Monitoreo de Monóxido de Carbono (CO) en la estación CA-2 Sotavento</i> .....	32
<b>Tabla 13</b> <i>Niveles de Ruido Ambiental de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Organigrama de Gea Consulting Peru S.A.C.</i> .....	13
<b>Figura 2</b> <i>Programa de manejo ambiental de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C</i> .....	16
<b>Figura 3</b> <i>Ubicación de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C</i> .....	17
<b>Figura 4</b> <i>Ubicación de la estación de monitoreo de Calidad de Aire</i> .....	20
<b>Figura 5</b> <i>Equipo muestreador de Material Particulado PM<sub>10</sub></i> .....	23
<b>Figura 6</b> <i>Equipo muestreador de Material Particulado PM<sub>2.5</sub></i> .....	24
<b>Figura 7</b> <i>Rotámetro para regular el flujo de gases</i> .....	25
<b>Figura 8</b> <i>Registro de parámetros en Estación meteorológica</i> .....	26
<b>Figura 9</b> <i>Equipo empleado en el monitoreo de ruido</i> .....	27
<b>Figura 10</b> <i>Concentración de PM<sub>10</sub> de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	28
<b>Figura 11</b> <i>Evolución temporal de la calidad del aire en el parámetro PM<sub>10</sub> en la estación CA-2 Sotavento</i> .....	29
<b>Figura 12</b> <i>Concentración de PM<sub>2.5</sub> en la estación CA-2 Sotavento</i> .....	31
<b>Figura 13</b> <i>Evolución temporal de la calidad del aire en el parámetro PM<sub>2.5</sub> en la estación CA-2 Sotavento</i> .....	31
<b>Figura 14</b> <i>Concentración de CO en la estación CA-2 Sotavento</i> .....	33
<b>Figura 15</b> <i>Evolución temporal de los datos de monitoreo de CO de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	33
<b>Figura 16</b> <i>Niveles de Ruido Ambiental de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	35
<b>Figura 17</b> <i>Evolución temporal de los datos de Ruido Ambiental de la estación CA-2 Sotavento</i> .....	36
<b>Figura 18</b> <i>Propuesta de medición barlovento para calidad de aire</i> .....	38

## **Dedicatoria**

*A mi hija Camila, con sus seis meses de nacida es mi mayor fuente de motivación, alegría en nuestro hogar, y mi fortaleza para conseguir mis metas.*

*A mi adorada esposa Sandy, mi compañera de vida, por su apoyo incondicional y ánimos que me brinda día a día para alcanzar nuestras metas en profesional y familiar.*

*A mis padres, Emilio y Viviana, que, por su dedicación, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y ser un profesional.*

*Mis hermanos por el apoyo moral que me brindan. Mi hermano mayor Edison los pasos a seguir, Felipe hermano y amigo incondicional y mi hermana Jackelin que siendo de la misma profesión, estaré en tus metas que te propongas. ¡Sigamos siempre unidos!*

*Por últimos a mis queridos sobrinos (as), Sebastian, Sofia, Edeykell y próximo en venir que por su inocencia nos brindan lindos momentos en las reuniones.*

**Agradecimiento**

*A mi alma mater la Universidad Nacional Federico Villarreal y a los docentes, por ser parte de mi formación académica.*

*A mi asesora Ing. Roxana Aparicio Ilazaca por todo el apoyo brindado en la asesoría de este informe de suficiencia profesional.*



## RESUMEN

El objetivo del presente informe es mostrar las características del monitoreo ambiental de Calidad del Aire y Presión Sonora monitoreado con frecuencia semestral durante la etapa de operación, con el fin de corroborar la incidencia de los impactos ambientales generados por la empresa Terminales Portuarios S.A.C. durante los meses marzo y setiembre del 2021 al 2023. Por ello, se analizaron las concentraciones de los parámetros Material Particulado  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , Monóxido de Carbono (CO) y Presión Sonora Ambiental, donde los parámetros de Material Particulado  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  durante en los meses de marzo del 2021, setiembre 2021, marzo 2022 y setiembre 2022 excedieron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) – Aire, en base a los resultados se implementaron las recomendaciones correspondientes con el fin de minimizar los impactos ambientales. Como resultado del monitoreo realizado en el mes de marzo 2023, los parámetros Material Particulado  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , Monóxido de Carbono (CO) no excedieron las concentraciones establecidas por el ECA; por otra parte, respecto a los monitoreos de Presión Sonora ambiental estos tampoco excedieron el ECA Presión Sonora en las estaciones de control. Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones que toman en cuenta los resultados de los monitoreos, así como las medidas de mitigación establecidas en Plan de Manejo Ambiental.

*Palabras clave:* calidad del aire, estándar de calidad ambiental, monitoreo ambiental, Presión Sonora ambiental

## ABSTRACT

The objective of this report is to show the characteristics of the environmental monitoring of Air Quality and Sound Pressure monitored every six months during the operation stage, in order to corroborate the incidence of environmental impacts generated by the company Terminales Portuarios S.A.C. during the months of March and September from 2021 to 2023. Therefore, the concentrations of the parameters Particulate Material PM10, PM2.5, Carbon Monoxide (CO) and Ambient Sound Pressure were analyzed, where the parameters of Particulate Material PM10, PM2.5 during the months of March 2021, September 2021, March 2022 and September 2022 exceeded the Environmental Quality Standard (ECA) – Air, based on the results, the corresponding recommendations were implemented in order to minimize environmental impacts. As a result of the monitoring carried out in the month of March 2023, the parameters Particulate Matter PM10, PM2.5, Carbon Monoxide (CO) did not exceed the concentrations established by the ECA; On the other hand, regarding the ambient Sound Pressure monitoring, these did not exceed the ECA Sound Pressure at the control stations. Finally, the conclusions and recommendations that take into account the results of the monitoring, as well as the mitigation measures established in the Environmental Management Plan, are described.

*Keywords:* air quality, environmental quality standard, environmental monitoring, environmental noise.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el creciente número de vehículos que ingresan y salen continuamente de la empresa, las partículas y el Presión Sonora se han convertido en el mayor impacto negativo sobre la salud de las personas. Estas emisiones tienen un impacto particularmente grande en las partículas finas de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , el Monóxido de Carbono y el Presión Sonora Ambiental liberado al medio ambiente.

La empresa evaluada tiene implementado un plan de seguimiento y control de su manejo ambiental basado en los siguientes programas de seguimiento ambiental de calidad del aire por el flujo de camiones que utilizan el terminal portuario durante el día, y también la operatividad de grúas y montacargas que son todas propulsadas por diésel<sup>2</sup>; Presión Sonora que se distribuye según las actividades diarias.

El presente informe busca aportar información para un análisis de la calidad del aire y Presión Sonora mediante el soporte de monitoreo ambiental. Asimismo, se está presentando información de monitoreos con frecuencia semestral de mes de setiembre 2022 y marzo 2023 de los parámetros material particulado  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y CO, y niveles de presión sonora, con el objetivo de realizar una comparación en base a los resultados de los meses mencionados con el fin determinar la presencia de contaminantes y dar recomendaciones que puedan ser utilizada como guía para futuras investigaciones que contribuyan con la mejora de la calidad del aire y Presión Sonora en la zona.

### **1.1. Trayectoria del autor**

Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Federico Villarreal en el año 2016 con 7 años de experiencia en medio ambiente e higiene ocupacional.

Inicié en diciembre del 2016, realizando monitoreos ocupacionales y elaboración de informes técnicos en la empresa IMSSHOC.

Durante el periodo de enero hasta marzo del 2017 laboré en la consultora asesores y consultores s.a. en elaboración de estudios de sitios contaminados y supervisor de monitoreos ambientales.

Luego en los meses de abril 2017 hasta enero 2018 y abril del 2018 hasta abril del 2019, estuve a cargo como auxiliar de proyectos en la consultora invemsac realizando monitoreos ambientales, ocupacionales, elaboración de estudios, coordinación con los clientes, visitas técnicas.

Actualmente laboro en la consultora Gea Consulting Perú S.A.C, puesto de coordinador ambiental y ocupacional desde abril 2019, realizando monitoreos ambientales y de higiene ocupacional para los sectores minería, producción, transportes, construcción.

## **1.2.Descripción de la Empresa**

GEA CONSULTING PERU S.A.C., es una empresa que brinda servicios de consultoría en Higiene Ocupacional, Ambiental, SIG, SST, cuenta con profesionalismo competente para brindar un buen servicio, logrando una mejora continua y la plena satisfacción de sus clientes.

### ***1.2.1. Datos Generales***

- Razón Social: GEA CONSULTING PERU S.A.C.
- RUC: 20602968554
- Gerente General: Yesenia Fiorella Cardozo Ampuero
- Dirección Legal: Jr. Paula Quiroz Nro. 269 Urb. Santa Luzmila Etapa 1 (Piso 1) Comas.

### ***1.2.2. Misión y Visión***

#### **Misión**

“Brindar servicios en los diferentes sectores para orientar a nuestros clientes en su cumplimiento con los requerimientos legales de los diversos entes reguladores y fiscalizadores del país de forma profesional y personalizada, así como la Gestión Ambiental, Seguridad y Salud e Higiene Ocupacional”.

#### **Visión**

“Lograr la consolidación de GEA CONSULTING PERU S.A.C. como empresa líder y modelo, aplicando las Buenas Prácticas Ambientales, Seguridad y Salud en el Trabajo, Higiene Ocupacional, generando la confianza de nuestros clientes y mercado en general”.

### ***1.2.3. Servicios***

- Monitoreo de Higiene Ocupacional
- Monitoreo de Calidad Ambiental
- IGA'S
- SST

- SIG

#### 1.2.4. Acreditaciones

PRODUCE: R.D. N° 216-2018 PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, para el sector Industria Manufacturera.

### 1.3. Organigrama de la empresa

En la Figura 1, se aprecia la estructura institucional de la empresa donde laboro y en resaltado mi área de trabajo

**Figura 1**

*Organigrama de Gea Consulting Peru S.A.C.*



*Nota.* Tomado de la empresa Gea Consulting Perú S.A.C. (2023)

#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

Como parte de un equipo del Departamento de Operaciones, las funciones que desempeño en el puesto de Coordinador Ambientales y Ocupacional son lo siguiente:

Ejecución del Plan de trabajo de Monitoreos Ocupacionales y Ambientales.

Seguimiento de estudios ambientales, ITS, reporte ambiental.

Comunicación directa con los clientes, proveedores y laboratorios ambientales.

Elaboración y revisión de informes ambientales de calidad de aire, suelos, agua, efluentes y presión sonora.

Apoyo en elaborar propuestas técnicas económicas para monitoreos ocupacionales, monitoreos ambientales y estudios ambientales.

Coordinación con laboratorios ambientales para solicitud de análisis de materiales del monitoreo ambiental y calibración de equipos ocupacionales.

Visitas técnicas a proyectos para la realización de Monitoreos Ocupacionales y Ambientales.

Supervisión de los Monitoreos Ocupacionales y Ambientales.

Revisión de informes técnicos de Higiene Ocupacional para diversos sectores como PRODUCE, MTC y MINEM - Hidrocarburos.

## **2. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA**

### **2.1. Descripción del tema**

El primer artículo de la Ley General del Ambiente denominado un derecho fundamental indica que todo ciudadano de nuestro país debe contar con un entorno, sano, equitativo y oportuno desarrollo de su vida, contribuir a una gestión ambiental eficiente y brindar cuidado al ambiente. Además, dicha ley hace hincapié sobre la regulación de instrumentos que aporten a la gestión ambiental del Perú siendo uno de los más significativos la responsabilidad por el daño ambiental ocasionado. (Ley General del Ambiente, 2005).

Mediante el presente informe, se sustenta el cumplimiento de los objetivos de la citada Ley para la gestión ambiental, para evaluar y medir la polución en el aire y combustión contaminantes, con la finalidad de conservar, restituir, optimizar la calidad del aire, Presión Sonora, por medio de la identificación de factores de riesgo y establecimiento de medidas de control, desarrollada a través del análisis de resultados de los monitoreos de presión sonora la material particulado realizados durante la operación de la empresa

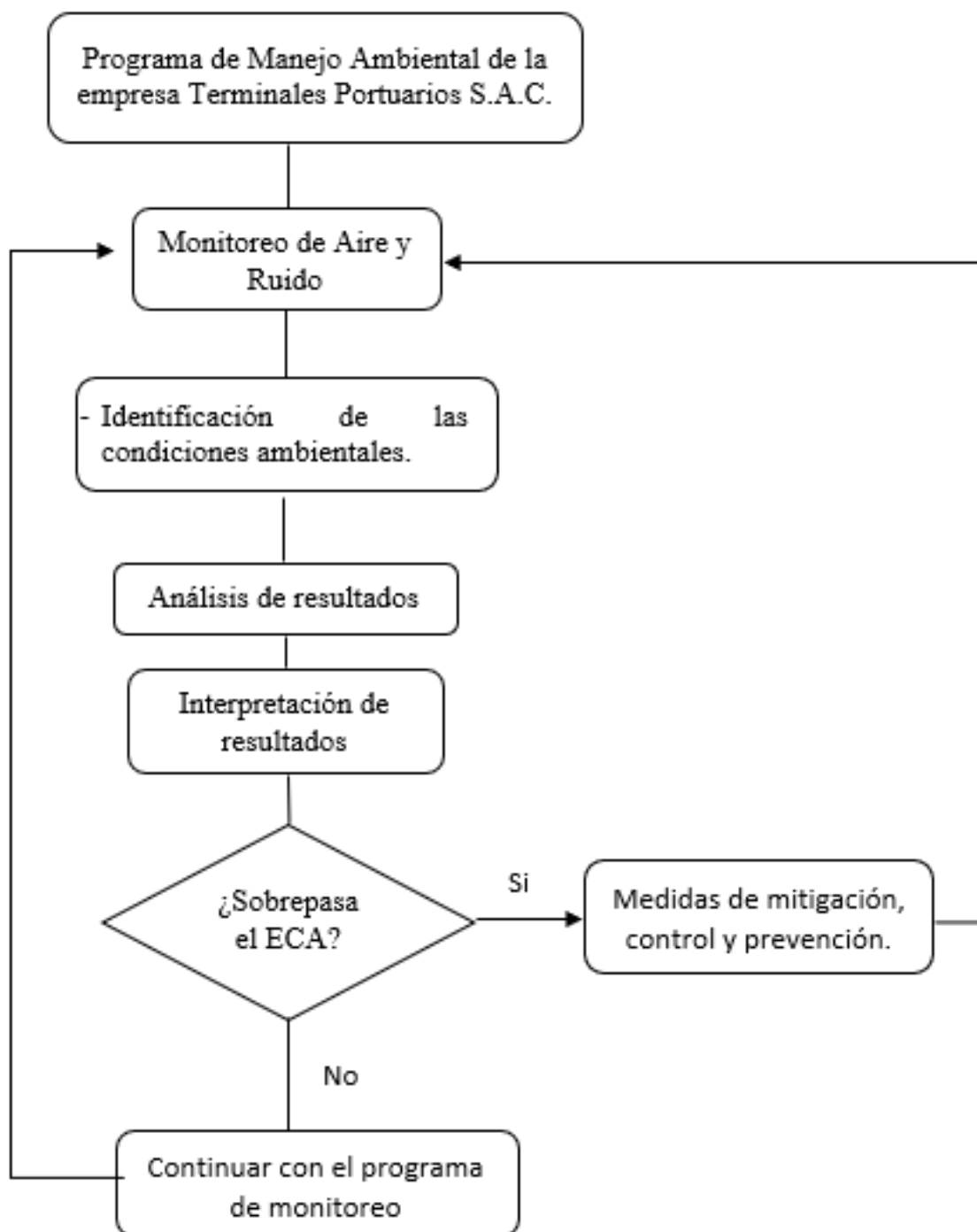
Considerando los problemas ambientales identificados, es necesario mencionar que el MINAM desarrolla estándares de calidad ambiental como indicadores para controlar la concentración de elementos, parámetros físicos, biológicos y de dispersión en componentes como el aire, el suelo o el agua. y esto puede ser peligroso para el medio ambiente.

Dentro de los principios nacionales el componente aire es considerado como un recurso natural, Patrimonio de la Nación, donde todos los ciudadanos tiene la obligación de proteger la calidad del aire (Ambiente, Sistema Nacional de Información Ambiental, 2011).



**Figura 2**

*Programa de manejo ambiental de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C*

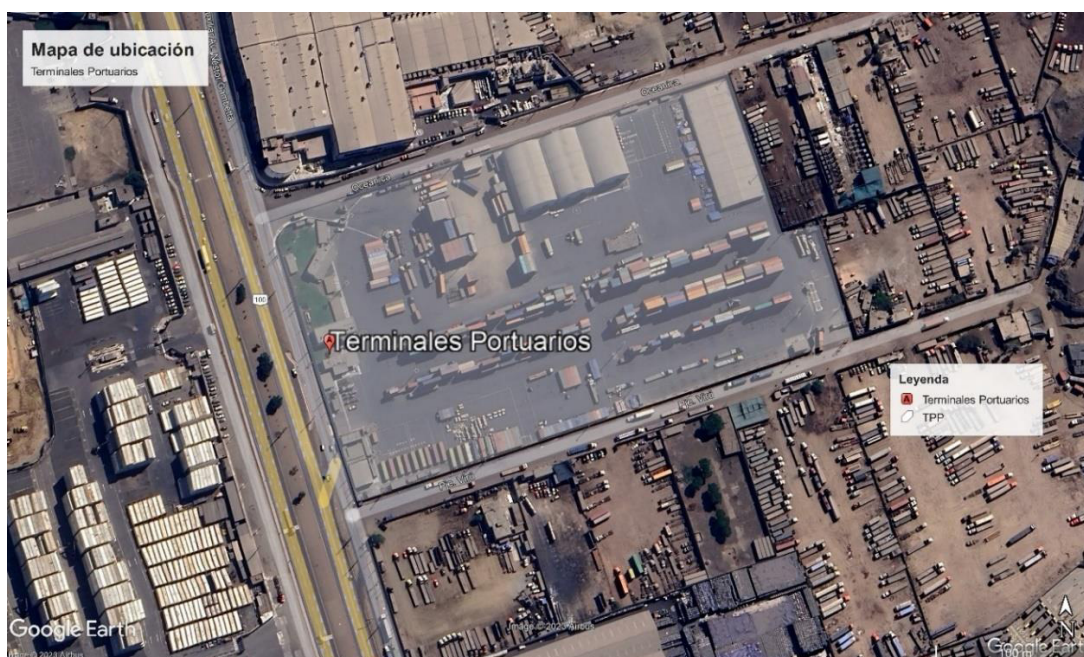


### 2.1.1. Ubicación del proyecto

En la Figura 3, se presenta la localización de la empresa evaluada, ubicada en el distrito del Callao, provincia de Callao, departamento de Lima, con las coordenadas 267 550.30 m E y 8 677 248.23 m S, con una Altitud de 8 m.s.n.m.

### Figura 3

*Ubicación de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C*



*Nota. Tomado del Google Earth (2023)*

### 2.1.2. Descripción de la empresa

La empresa pertenece al Grupo Woll, con más de 15 años de experiencia y presencia en Piura, Callao y Arequipa. Adaptan sus servicios logísticos a las necesidades de sus clientes y prestan servicios especializados en el sector marítimo y logístico, gracias a su personal altamente cualificado, comprometido con entregar la mejor experiencia a los clientes y usuarios.

### 2.1.3. Estaciones de monitoreo

**Tabla 1**

*Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire*

Parámetros	Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas		
			Este	Norte	Altitud
Material Particulado					
PM <sub>10</sub>		Ubicado en			
Material Particulado	CA-2	el techo de	267 980	8 677 939	8 m.s.n.m.
PM <sub>2.5</sub>	Sotavento	vigilancia			
Monóxido de		posterior.			
Carbono (CO)					

*Nota. Plan de manejo ambiental de Terminales Portuarios Peruanos S.A.C*

**Tabla 2***Ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de ruido*

Parámetros	Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas		
			Este	Norte	Altitud
Nivel de Presión Sonora Continuo equivalente (LAeqT).  En horario Diurno para zona		Zona posterior			
	RA-01	izquierda del ingreso de cargas.	268332	8677873	5 m.s.n.m.
		Zona posterior			
	RA-02	derecha -salida de cargas.	267992	8677960	5 m.s.n.m.
	RA-03	Frontis izquierdo de almacén	267996	8677818	5 m.s.n.m.

*Nota. Plan de manejo ambiental de Terminales Portuarios Peruanos S.A.C.*

## 2.2. Objetivos

### 2.2.1. Objetivo general

Identificar las opciones de mejora para cumplir con los estándares ambiental del aire y presión de sonora, según el plan de manejo ambiental en Terminales Portuarios Peruanos S.A.C.

### 2.2.2. Objetivo específicas

Evaluar la calidad de aire y condiciones meteorológicas en las estaciones de monitoreo, según el Plan de Manejo Ambiental.

Evaluar la presión sonora de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental de la empresa.

En la figura 5, se muestran las instalaciones de los equipos ambientales de aire ubicados según indica las coordenadas del PMA para la evaluación de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y CO.

#### Figura 4

*Ubicación de la estación de monitoreo de Calidad de Aire*



## 2.3. Metodología

### 2.3.1. Calidad de aire

El Reglamento de Calidad Ambiental del Aire (D.S. 003-2017-MINAM), en relación al PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y CO presente en el ambiente.

**Tabla 3**

*Estándares de Calidad Ambiental para Aire*

Parámetros	Período	Valor [μg/m <sup>3</sup> ]	Criterios de evaluación
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10000	Media aritmética móvil

*Nota.* “N.E.: No Exceder”. D.S. N° 003-2017-MINAM.

### 2.3.2. Calidad de Ruido Ambiental

Las normas básicas de ECA-ruido establecen niveles que no deben superarse para resguardar la salud humana. Este ECA considera el nivel de presión sonora continua equivalente (LAeqT) ponderación (A) y tienen en cuenta la zonificación y horario de aplicación.

El monitoreo se ejecutó en horas de la mañana, según lo mencionado en las normativas nacionales e internacionales. Las técnicas empleadas se basan en métodos de acuerdo con las disposiciones del D.S. 085-2003-PCM, que indica la aplicación de los criterios definidos en las siguientes normas técnicas:

- NTP ISO 1996-1/2007: Parte I.
- NTP ISO 1996-2/2008: Parte II.

El ECA para Presión Sonora aplica para los IGA's, este alcance es para los de Vigilancia y Monitoreo de Presión Sonora, entre otros.

**Tabla 4**

*Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*

Zona de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

*Nota.* “Horario diurno: Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas”,  
 “Horario nocturno: Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente”.

## **2.4. Instrumentos de medición**

### **2.4.1. Calidad de aire**

Los parámetros de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se utilizó equipos low vol, consiste en absorber aire constante de 16.7 l/min +/- 3%, en un cabezal donde ingresa el material particulado en suspensión y es apartado inercialmente dentro del rango de tamaños de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

**Tabla 5***Descripción del equipo muestreador de partículas PM<sub>10</sub>*

Tipo	Bajo Volumen
Marca	ARA
Modelo	N-FRM
Serie	16061

*Nota:* Tomado del informe de monitoreo ambiental.**Figura 5***Equipo muestreador de Material Particulado PM<sub>10</sub>***Tabla 6***Descripción del equipo muestreador de partículas PM<sub>2.5</sub>*

Tipo	Bajo Volumen
Marca	TCR TECORA
Modelo	BRAVO
Serie	1503/549

*Nota:* Tomado del informe de monitoreo ambiental.



**Figura 6***Equipo muestreador de Material Particulado PM<sub>2.5</sub>*

En el muestreo de Monóxido de Carbono (CO), se ejecutó con el tren de muestreo siendo un muestreo dinámico, agregado por una solución captadora para la filtración del CO, impinger, bombas de vacío y un rotámetro para regular el flujo.

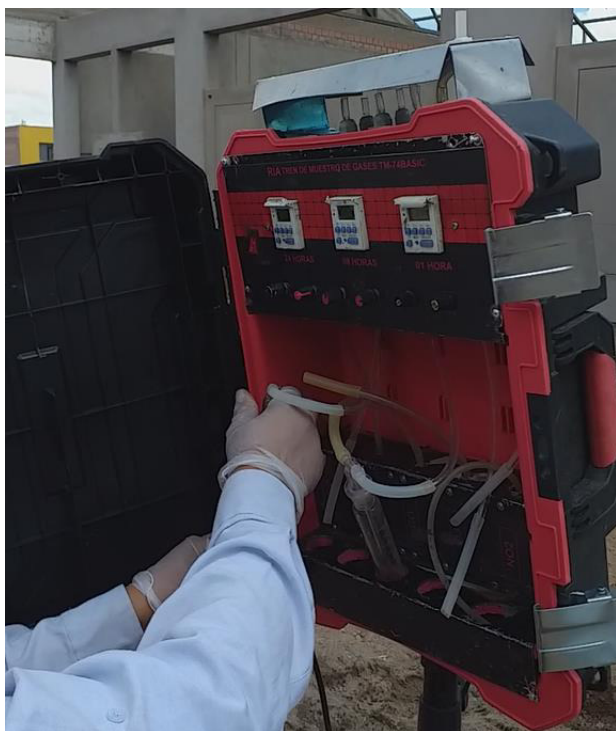
**Tabla 7***Equipo para muestreo de Gases*

Descripción del Rotámetro (Medidor de Caudal)	
Marca	Dwyer
Modelo	RMA-13
Serie	T25AB

*Nota:* Tomado del informe de monitoreo ambiental

## Figura 7

*Rotámetro para regular el flujo de gases*



La determinación meteorológica en el área de influencia, se ha registrado las mediciones mediante la consola meteorológica recomendados por la USEPA. Los parámetros registrados son Presión Atmosférica, Velocidad, Dirección del Viento, Temperatura, Humedad Relativa.

## Tabla 8

*Equipo de medición para el muestreo de parámetros meteorológicos*

Descripción de la estación Meteorológica	
Tipo	Estación Meteorológica
Marca	Davis Instruments
Modelo	VANTAGE PRO 2
Serie	AZ170124017

*Nota:* Tomado del informe de monitoreo ambiental

## Figura 8

*Registro de parámetros en Estación meteorológica*



### 2.4.2. Presión Sonora

Para determinar la presión sonora se realizó por la mañana utilizando un sonómetro tipo 1 especificado en el método. Los métodos y técnicas utilizadas están de acuerdo con lo establecido en el D.S 085-2003-PCM (Figura 10).

#### Tabla 9

*unidades y rango de medición*

Equipo	Modelo	Serie	Unidades	Rango de Medición (dB)
Sonómetro	SE-401	SE40110318	dB	30 - 130

*Nota:* Tomado del Informe de Monitoreo.

## Figura 9

*Equipo empleado en el monitoreo de ruido*



## 2.5. Conclusiones

### 2.5.1. Material Particulado (PM<sub>10</sub>)

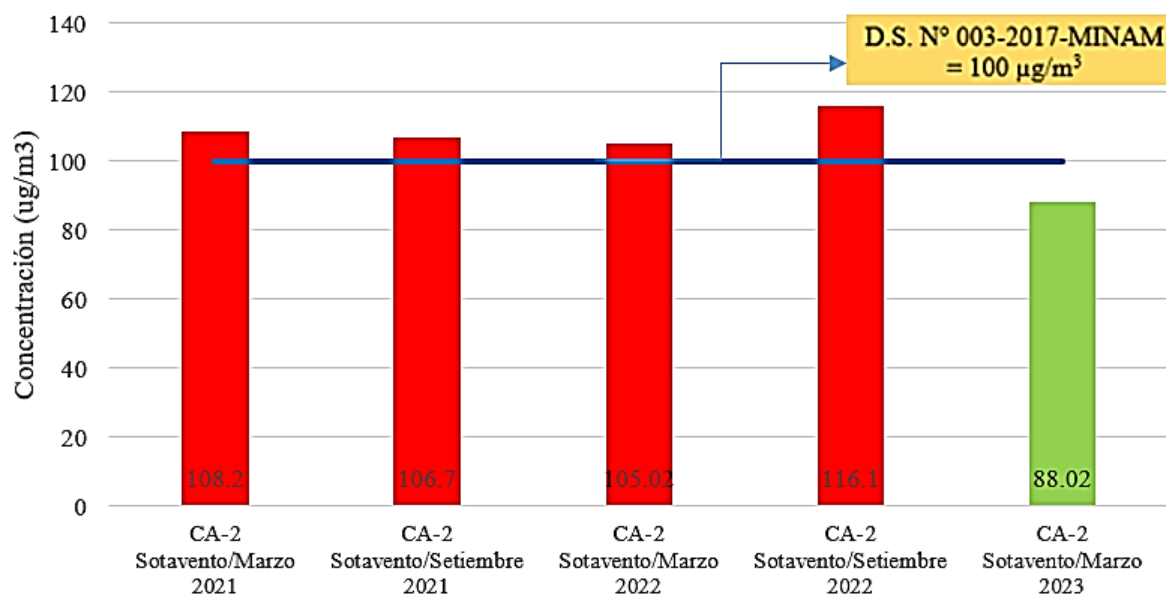
La concentración de PM<sub>10</sub> registradas en sus cinco fechas de monitoreo en la etapa de operación de la empresa, durante los años 2021 y 2022 sobrepasó el ECA en la estación CA-2 Sotavento, evidenciando la falta de cumplimiento con la mitigación y control.

En el monitoreo realizado en marzo 2023 se verificó que este parámetro no sobrepasó dicho estándar ambiental, debido a que las actividades en el terminal portuario se controlaron mediante el humedecimiento de vías, accesos y agregados para evitar generar polvo, y a la vez se disminuyó la velocidad de ingreso de las unidades vehiculares (Tabla 10).

**Tabla 10***Monitoreo de Material Particulado (PM<sub>10</sub>)*

Estación de monitoreo	Mes de ejecución monitoreo	Fecha de muestreo	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	ECA-AIRE	Condición
CA-2 Sotavento	Marzo 2021	15/03/2021	108.20	100.00	No cumple
	Setiembre 2021	20/09/2021	106.70		No cumple
	Marzo 2022	14/03/2022	105.02		No cumple
	Setiembre 2022	19/09/2022	116.10		No cumple
	Marzo 2023	22/03/2023	88.02		cumple

En la Figura 11, se presenta la comparación gráfica de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, de acuerdo a sus fechas de ejecución.

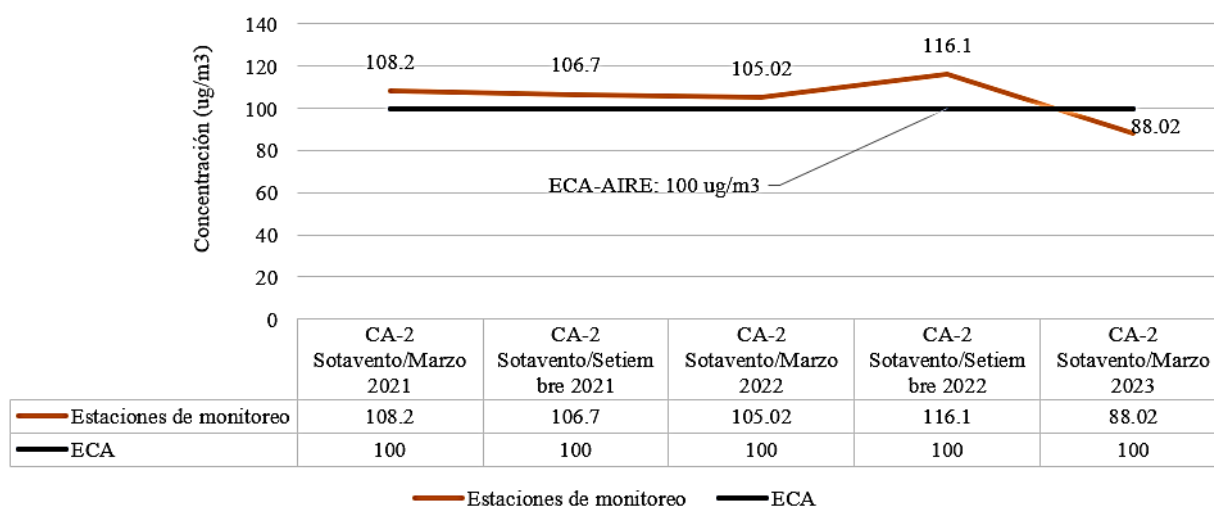
**Figura 10***Concentración de PM<sub>10</sub> de la estación CA-2 Sotavento*

En la Figura 12 se aprecia la evolución temporal de los datos es decir la variación del material particulado  $PM_{10}$  a lo largo del tiempo de los monitoreos semestrales.

### Figura 11

*Evolución temporal de la calidad del aire en el parámetro  $PM_{10}$  en la estación CA-2*

*Sotavento*



### 2.5.2. Material Particulado ( $PM_{2.5}$ )

La concentración de  $PM_{2.5}$ , de las cinco fechas de monitoreo en la etapa de operación en la empresa en los años 2021 y 2022 sobrepasó el ECA a la estación CA-2 Sotavento, debido a que no cumplían con la mitigación de los impactos ambientales. En la marzo 2023 se verificó que este parámetro no sobrepasó dicho estándar ambiental ya que las actividades se controlaban mediante humedecimiento de vías, accesos y agregados para evitar generar polvo, y a la vez se disminuyó la velocidad de ingreso de unidades en la empresa (Tabla 11).

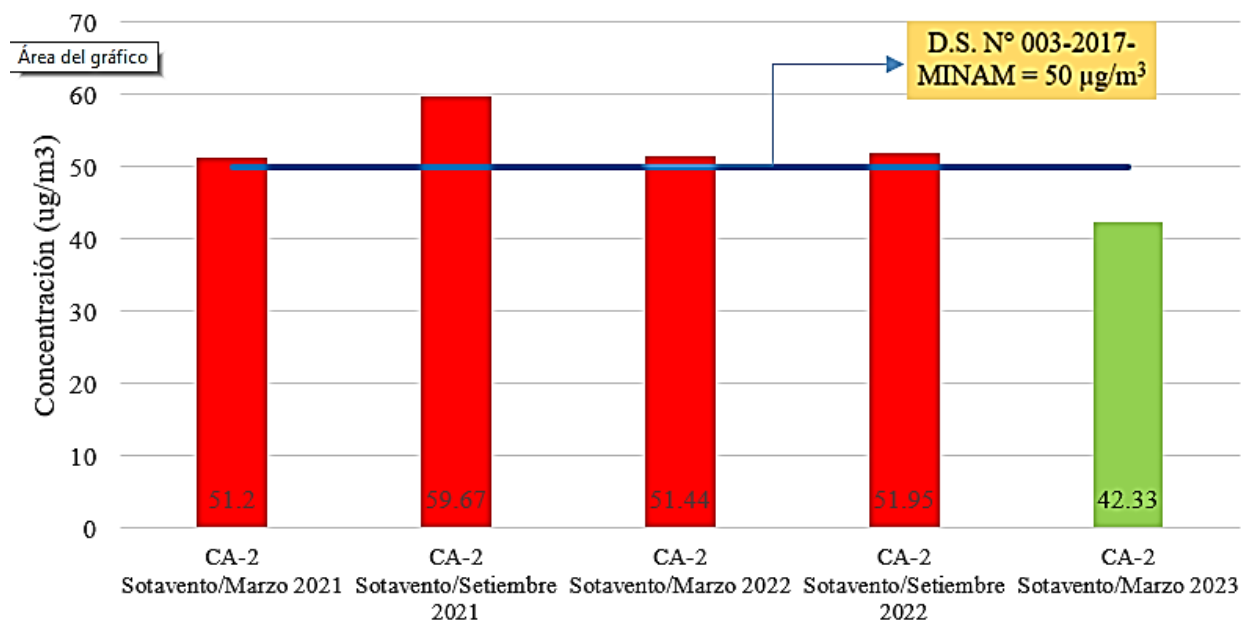
**Tabla 11***Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>) de la estación CA-2 Sotavento*

Estación de monitoreo	Mes de ejecución monitoreo	Fecha de muestreo	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	ECA-AIRE	Condición
CA-2 Sotavento	Marzo 2021	15/03/2021	51.20	50.00	No cumple
	Setiembre 2021	20/09/2021	59.67		No cumple
	Marzo 2022	14/03/2022	51.44		No cumple
	Setiembre 2022	19/09/2022	51.95		No cumple
	Marzo 2023	22/03/2023	42.33		cumple

En la Figura 13, muestra la comparación gráfica de ejecución de monitoreo para el parámetro  $PM_{2.5}$ , de acuerdo a su fecha de ejecución.

**Figura 12**

*Concentración de  $PM_{2.5}$  en la estación CA-2 Sotavento*

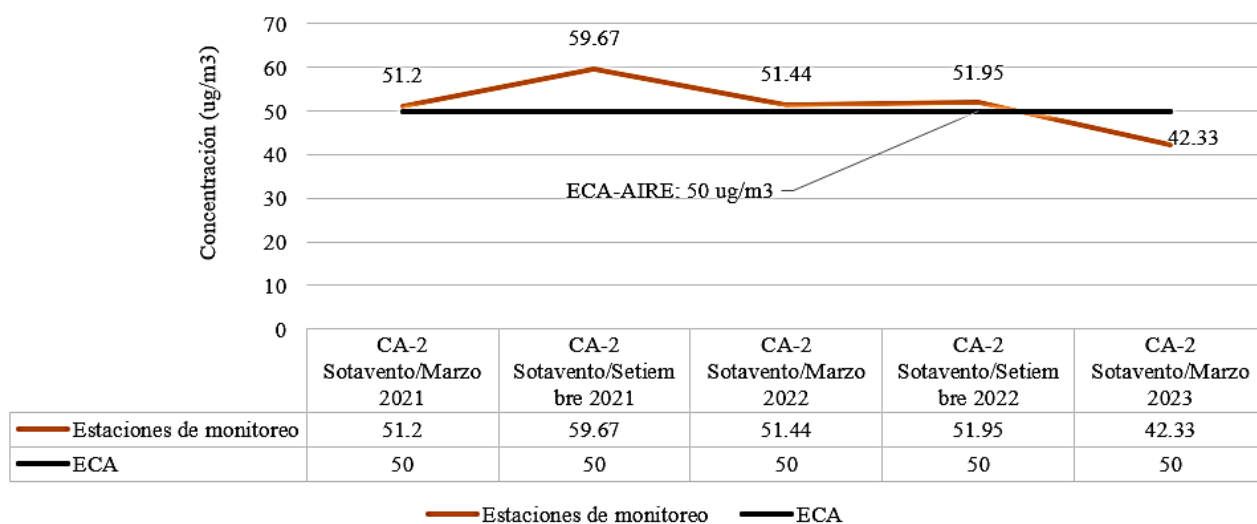


En la Figura 14 se presenta la evolución temporal de los datos registrados durante el monitoreo semestral del  $PM_{2.5}$ .

**Figura 13**

*Evolución temporal de la calidad del aire en el parámetro  $PM_{2.5}$  en la estación CA-2*

*Sotavento*





### 2.5.3. Monóxido de Carbono (CO)

En los cinco semestres de monitoreo, no sobrepasan el ECA-Aire (10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en la estación CA-2 Sotavento (tabla 12).

**Tabla 12**

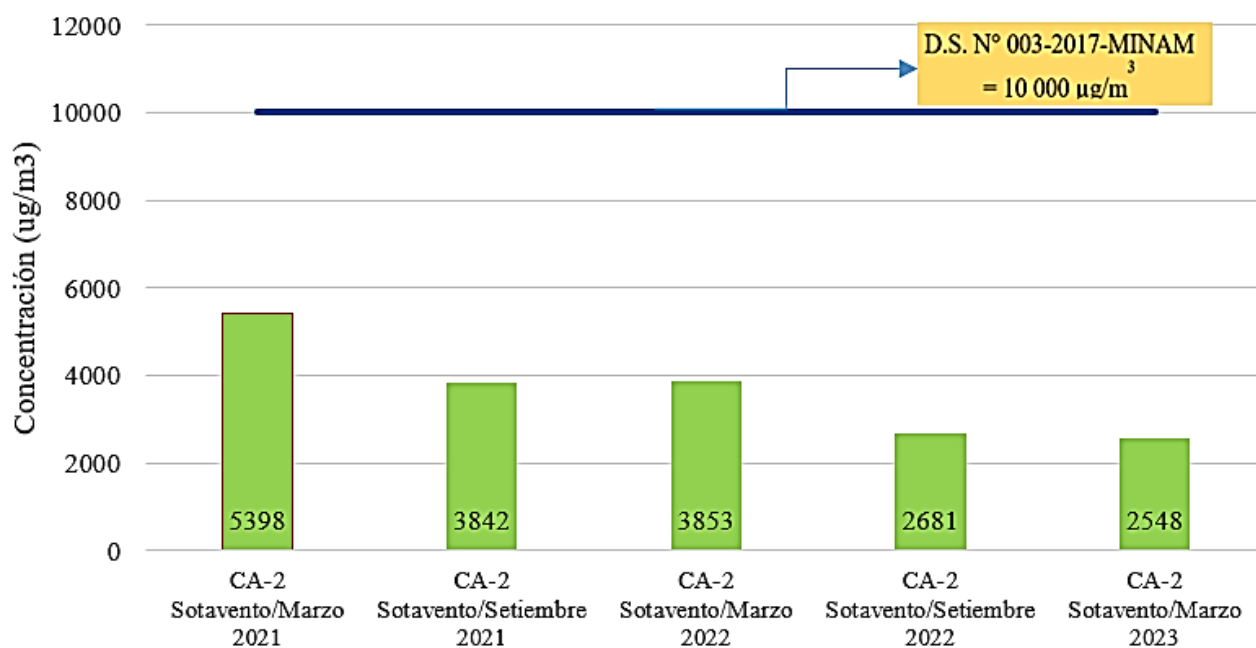
*Monitoreo de Monóxido de Carbono (CO) en la estación CA-2 Sotavento*

Estación de monitoreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ECA-AIRE	Condición
	Marzo 2021	15/03/2021	5 398		cumple
	Setiembre 2021	20/09/2021	3 842		cumple
CA-2 Sotavento	Marzo 2022	14/03/2022	3 853	10 000	cumple
	Setiembre 2022	19/09/2022	2 681		cumple
	Marzo 2023	22/03/2023	2 548		cumple

En la Figura 15 se presenta la evolución temporal de los datos es decir la variación a lo largo del tiempo de monitoreo de frecuencia semestral de Monóxido de Carbono.

**Figura 14**

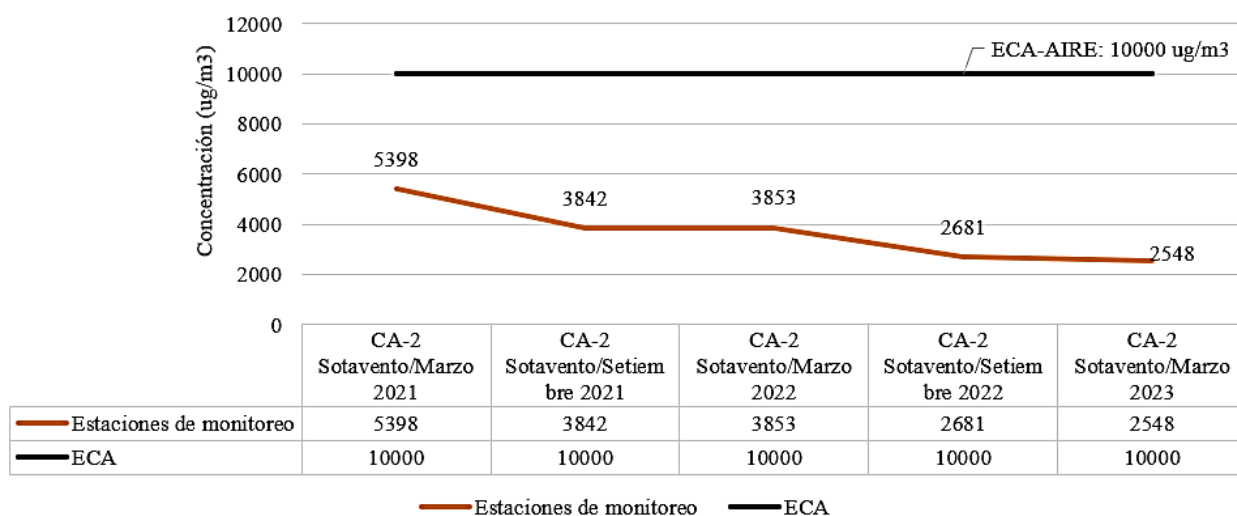
Concentración de CO en la estación CA-2 Sotavento



En la Figura 16 se presenta la evolución temporal de los datos es decir la variación a lo largo del tiempo de monitoreo de frecuencia semestral de Monóxido de Carbono.

**Figura 15**

Evolución temporal de los datos de monitoreo de CO de la estación CA-2 Sotavento



#### 2.5.4. Meteorología

Durante el seguimiento de las condiciones meteorológicas, los resultados se obtienen en función de diferentes direcciones y velocidades del viento.

#### 2.5.5. Presión Sonora ambiental

En la figura 17 se aprecia la comparación de ruido ambiental de las estaciones medidas, de acuerdo al semestre de realización del monitoreo (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Niveles de Ruido Ambiental de la estación CA-2 Sotavento*

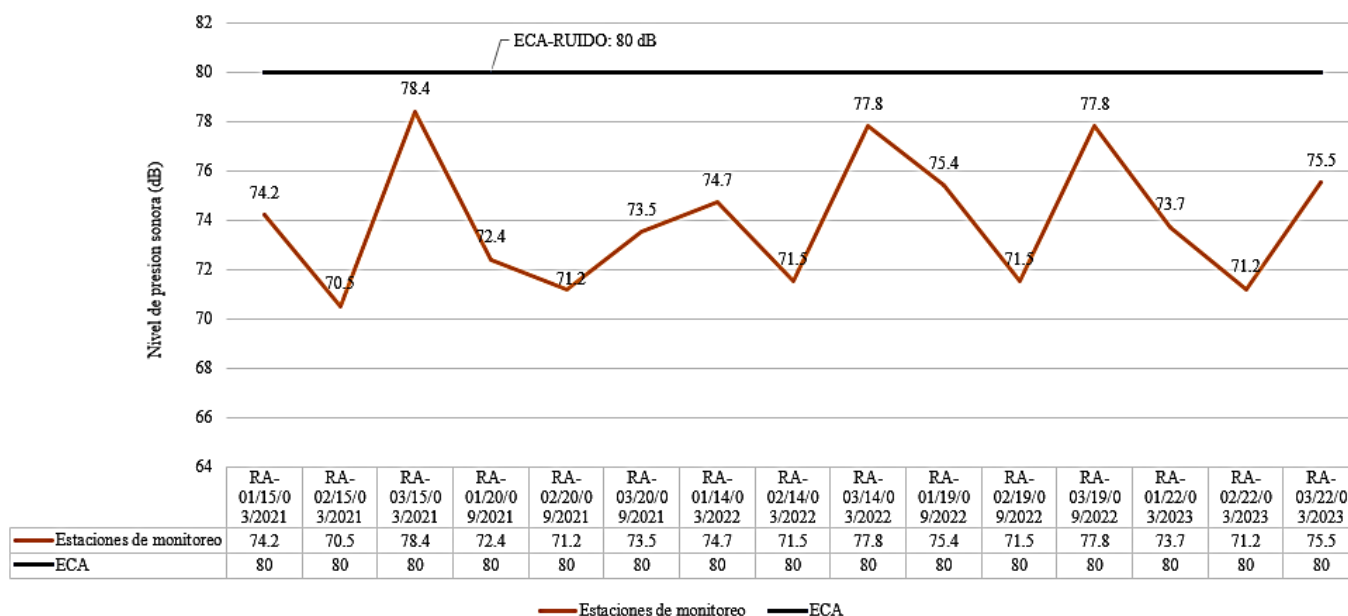
Estaciones de Monitoreo	Fecha	Hora (Hrs)	Niveles de Ruido dB			ECA RUIDO	Condición
			Mínimo (dB)	Máximo (dB)	Leq (dB)		
DIURNO							
RA-01	15/03/2021	13:50	59.1	92.7	74.2		cumple
RA-02	15/03/2021	14:50	64.9	80.3	70.5	80.0	cumple
RA-03	15/03/2021	14:18	64.6	88.9	78.4		cumple
RA-01	20/09/2021	08:28	60.2	91.3	72.4		cumple
RA-02	20/09/2021	09:56	63.5	87.3	71.2	80.0	cumple
RA-03	20/09/2021	10:42	61.7	89.1	73.5		cumple
RA-01	14/03/2022	14:02	59.3	92.3	74.7		cumple
RA-02	14/03/2022	14:35	63.2	85.1	71.5	80.0	cumple
RA-03	14/03/2022	15:40	65.7	86.7	77.8		cumple
RA-01	19/09/2022	14:02	60.1	92.5	75.4		cumple
RA-02	19/09/2022	14:35	63.5	87.1	71.5	80.0	cumple
RA-03	19/09/2022	15:40	62.5	86.5	77.8		cumple



En la Figura 18, se presenta la evolución temporal de los datos del Ruido Ambiental, su variación en el tiempo de monitoreo de frecuencia semestral.

**Figura 17**

*Evolución temporal de los datos de Ruido Ambiental de la estación CA-2 Sotavento*



## 2.6. Análisis de los resultados del monitoreo

### A. Monitoreo de parámetros de calidad de aire

El material particulado PM10, para el periodo semestral, la estación CA-2 Sotavento dieron los siguientes resultados: marzo 2021 con 108.20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , setiembre 2021 con 106.70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , marzo 2022 con 105.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , setiembre 2022 con 116.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y marzo 2023 con 88.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; observándose que los años 2021 y 2022, las 4 mediciones sobrepasaron el Estándar Ambiental a excepción del marzo 2023 que no sobrepasó lo indicado en el Estándar de Calidad Ambiental de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas indicado en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Para PM2.5, para el periodo semestral, la estación de monitoreo CA-2 Sotavento dieron los siguientes resultados: marzo 2021 con 51.20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , setiembre 2021 con 59.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , marzo 2022 con 51.44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , setiembre 2022 con 51.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y marzo 2023 con

42.33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; observándose que los años 2021 y 2022, las 4 mediciones sobrepasaron el Estándar Ambiental a excepción del marzo 2023 que no sobrepasó lo indicado en el Estándar de Calidad Ambiental de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas indicado en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Las concentraciones de Monóxido de Carbono, para el periodo de 8 horas con frecuencia semestral, en la estación de monitoreo CA-2 Sotavento se evidenció que ninguna concentración sobrepasó lo indicado en el Estándar Ambiental (ECA) con valor de 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  indicado en el D.S. 003-2017-MINAM.

### **B. Condiciones meteorológicas**

Según las condiciones meteorológicas registradas en la estación CA-2 Sotavento durante el mes de evaluación, la velocidad del viento varió desde de 0,2 m/s hasta de 2,83 m/s. De igual forma, la temperatura 24,2 °C hasta 26,2 °C, mientras que la humedad relativa mínima y máxima fue de 57,29% y 63,57%, respectivamente. La presión atmosférica se encuentra en un rango de 1012,24 mmHg hasta 1012,70 mmHg. Cabe señalar que en las fechas indicadas no se registraron precipitaciones.

### **C. Monitoreo de niveles de Presión Sonora**

Las estaciones de monitoreo evaluados presentaron valores por debajo del ECA ruido de 80 dB para el horario diurno indicado en el D.S. 085-2003 PCM.

De la evaluación de niveles de Presión Sonora, de manera general, las actividades que realizan en la empresa, no son significativos para mediciones de Presión Sonora en Zona industrial.

#### **2.6.1. Medidas correctivas que se deben aplicar para mejorar la Calidad del Aire y Ruido**

La velocidad de los vehículos no deberá superar los 30 km/hr, con el fin de reducir la emisión de material particulado en las vías de acceso de entrada y salida de vehículos.

Apagar los motores siempre que no sea necesario su funcionamiento para evitar la emisión masiva de gases generados por los vehículos.

Realizar riegos periódicos en las vías, acopios temporales para evitar la proliferación de material particulado en la empresa.

Llevar a cabo mantenimiento preventivo y limpieza de maquinarias del almacenamiento de contenedores y vehículos para garantizar que estén en buen estado.

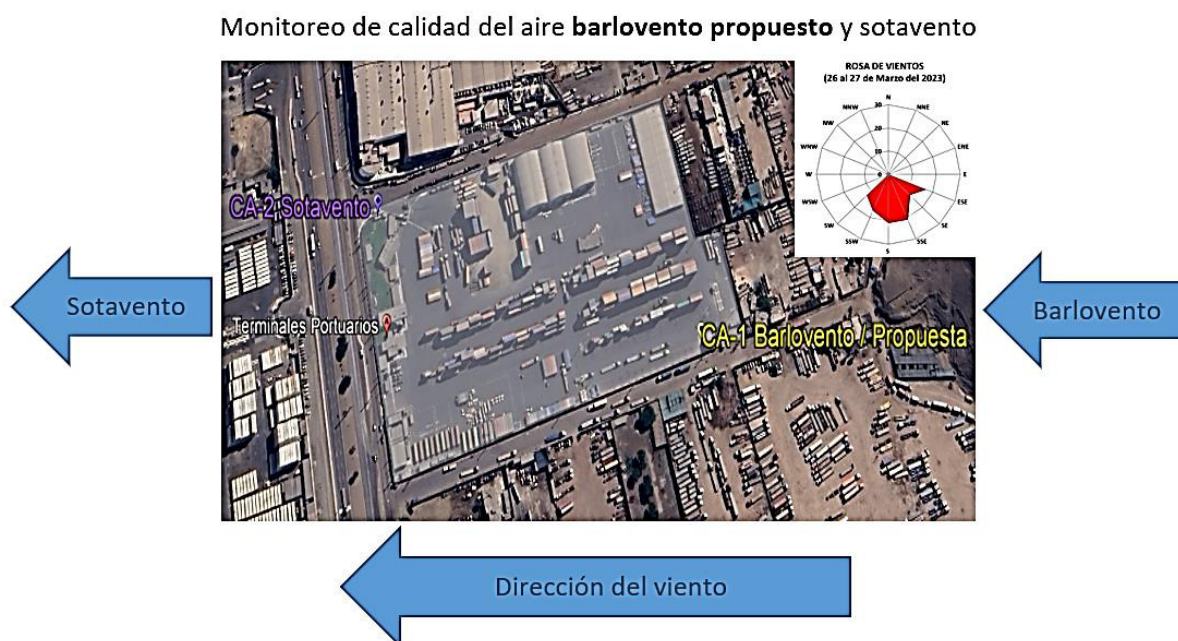
Mantener en buenas condiciones las superficies de las pistas de acceso de entrada y salida para disminuir la Presión Sonora ocasionado por los neumáticos.

## 2.6.2. Alternativas de mejora para la Calidad de Aire y ruido Ambiental

Actualizar el PMA considerando una estación adicional con ubicación en la entrada de unidades vehiculares como referencia al barlovento, con la finalidad de obtener muestras de la calidad de aire no influenciado por la fuente de material particulado (Figura 19).

**Figura 18**

*Propuesta de medición barlovento para calidad de aire*



Capacitar al personal del área ambiental, siendo uno de los aspectos fundamentales para tomar mayor conciencia ambiental y cumplimiento del PMA.

Realizar programa de mantenimiento preventivo y limpieza de las maquinas generadoras de Presión Sonora, lo cual consiste en detectar a tiempo las posibles fallas o problemas que presenten las unidades vehiculares y maquinarias, para repararlas oportunamente evitando Presión Sonora elevado y realizar el mantenimiento correctivo.

Dotar a todo el personal de epp's, de acuerdo a la actividad que ejecuten, reforzando el uso correcto mediante las capacitaciones.



### **III. APORTE MAS DESTACABLE A LA EMPRESA**

En cuanto a la difusión de los impactos ambientales se contribuyó a brindar la asesoría para la exposición de todos los impactos generados provenientes de las actividades sobre los componentes de aire y Presión Sonora, capacitando al personal técnico operativo que labora en la empresa, por lo tanto, el personal fue sensibilizado y concientizado en temas ambientales para reconocer los impactos generados en la empresa.

Se realizó la asesoría sobre el correcto cumplimiento de las medidas del PMA al personal a cargo.

Se realizó el servicio de ejecución del monitoreo de aire y presión sonora a través de un personal especializado para garantizar resultados confiables.

Se realizó la interpretación de los resultados del monitoreo, explicando las implicancias de las actividades del proyecto sobre el medio.

Se validó el alcance del PMA acorde a la jerarquización de impactos en el ambiente, generados por la empresa afectando la calidad del componente aire y presión sonora, registrados durante la realización de los monitoreos semestrales.

#### IV. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , registradas en la estación de control CA-2 Sotavento durante los años 2021 y 2022, sobrepasaron el Estándar de Calidad Ambiental a excepción de marzo 2023.
- Las concentraciones de Monóxido de Carbono CO para el periodo de muestreo de 8 horas con frecuencia semestral, en la estación de monitoreo CA-2 Sotavento no sobrepasó el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).
- En términos generales los niveles de Presión Sonora, fueron evaluados con el Estándar de Calidad Ambiental, no son significativos para mediciones de Presión Sonora en Zona industrial.
- Los Niveles de Presión Sonora en todas las estaciones de monitoreo evaluados, presentaron valores por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 80 dB para el horario diurno indicado en el D.S. N.º 085-2003 PCM.
- En términos generales los niveles de Presión Sonora generados por las actividades de la empresa, fueron evaluados con el Estándar de Calidad Ambiental, resultaron no significativos para mediciones de Presión Sonora en Zona industrial.
- En relación a las condiciones meteorológicas registradas en la estación CA-2 se consideraron parámetros como velocidad del viento, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa mínima y máxima, siendo importante mencionar que no se registraron precipitaciones pluviales.

## V. RECOMENDACIONES

- Es necesario continuar con el monitoreo ambiental según el PMA y aplicar las medidas correctivas para los parámetros que impactar el ambiente de la empresa.
- Es importante continuar con el programa de reducción del material particulado, aplicando riego a las vías de ingreso y salida de unidades vehiculares.
- Seguir con el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivamente y limpieza de las principales maquinarias que emiten Presión Sonora.
- Es necesario continuar con la capacitación en temas del plan de manejo ambiental, dirigido a todo el personal que labora en la empresa portuaria.
- Para obtener muestras de calidad de aire no intervenido por la fuente de material particulado, es necesario considerar una estación de monitoreo adicional para la medición de aire ubicada en la entrada de unidades vehiculares como referencia al barlovento.

## VI. REFERENCIAS

- Ambiente, M. d. (2011). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/compendio-legislacion-ambiental-peruana-vol-i-marco-normativo-general>
- Ambiente, M. d. (2017). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>
- Ambiente, M. d. (2012). *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>
- Ministros, P. d. (2003). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-calidad-ambiental>
- Palomino Silva, J., Hennings Otoyá, J., & Echevarría Alvarado, V. R. (2017). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/304895543.pdf>
- Acobo Sarmiento, A. J. (2015). *Propuesta e implementación de un Plan de Manejo Ambiental, basado en la norma ISO 14001, para una empresa de construcción de obras civiles: Proyecto de carreteras, para la optimización de recursos.*
- Ambiente, M. d. (30 de Octubre de 2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM .- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>

Agudelo, O., Marín, C. y García, P. (2020). Condiciones de tránsito vehicular y uso de un modelo para la predicción de ruido por tráfico rodado en un entorno local de la ciudad de Bogotá-Colombia. Revista Ibérica de Sistemas e tecnologías de Información; Lousada (E27).

<https://search.proquest.com/docview/2385755999/cab7e3e219774a65pq/13?accountid=40045>

Ambiente, M. d. (7 de junio de 2017). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/>

