



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE EN LA EMPRESA
NACIONAL DE PUERTOS S.A. - ILO**

**PRESENTADO POR
BACHILLER BERLIN GONZALO CHOQUEJAHUA**

**ASESOR:
ING. FIDEL JESUS AYCA CASTRO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

MOQUEGUA – PERÚ

2023

ÍNDICE

	Pág.
PÁGINA DE JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Marco legal.	1
1.1.2. Definiciones conceptuales.	3
1.2. Descripción y tipo de servicio que brinda la empresa	6
1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la empresa	7
1.3.1. Aspecto socioeconómico.	7
1.3.2. Ubicación geográfica.	8
1.3.3. Descripción del Área	9
1.4. Descripción de la experiencia	11
1.5. Explicación del cargo y las funciones ejecutadas	12
1.5.1. Reseña.....	12

1.5.2. Descripción de la experiencia.	13
1.6. Propósito del puesto	13
1.6.1. Objetivo general.....	13
1.6.2. Objetivos específicos.	14
1.7. Producto o proceso que será objeto del informe	14
1.7.1. Monitoreo de calidad de aire.	14
1.7.2. Importancia del monitoreo de calidad de aire.....	15
1.8. Resultados concretos que ha alcanzado en este periodo de tiempo	15

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe	17
2.1.1. Parámetros de monitoreo.	17
2.1.2. Labor de monitoreo.....	18
2.1.3. Procedimiento del monitoreo.....	19
2.2. Descripción de las acciones, metodología y procedimientos	23
2.2.1. Preparación de acciones.....	23
2.2.2. Medición de la calidad de aire.	23

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1. Aportes o bases teóricas adquiridos durante el monitoreo.....	24
3.1.1. Definición de la estación de monitoreo.	24
3.1.2. Definición de los parámetros evaluados.	26

3.1.3. Definición de los equipos e insumos del monitoreo.	26
3.1.4. Definición de la metodología empleada.	27
3.2. Desarrollo del monitoreo.....	27
3.2.1. Preparación de materiales e insumos.....	27
3.2.2. Resultados de la calidad de aire.....	27

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	34
4.2. Recomendaciones.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXOS.....	39
ANEXO N° 01 PANEL FOTOGRÁFICO.....	40
ANEXO N° 02 INFORMES DE ENSAYO.....	42
ANEXO N° 03 CADENA DE CUSTODIA.....	51
ANEXO N° 04 CERTIFICADOS DE ACREDITACIÓN.....	56
ANEXO N° 05 CERTIFICADO DE TRABAJO.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 D. S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire	2
Tabla 2 Estaciones de monitoreo	24
Tabla 3 Resultado general del monitoreo de calidad de aire	28
Tabla 4 Resultados de monitoreo de calidad de aire - PM ₁₀	28
Tabla 5 Resultados de monitoreo de calidad de aire - PM _{2.5}	29
Tabla 6 Resultados de monitoreo de calidad de aire - SO ₂	30
Tabla 7 Resultados de monitoreo de calidad de aire - CO	31
Tabla 8 Resultados de monitoreo de calidad de aire - NO ₂	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación de la región Moquegua.....	8
Figura 2 Ubicación de la provincia de Ilo.....	9
Figura 3 Ubicación de la empresa ENAPU S.A.	9
Figura 4 Estaciones de monitoreo ambiental de calidad de aire.....	25
Figura 5 Resultados de PM ₁₀ en las estaciones CA-01B y CA-02S.....	28
Figura 6 Resultados de PM _{2.5} en las estaciones CA-01B y CA-02S.....	29
Figura 7 Resultados de SO ₂ en las estaciones CA-01B y CA-02S.....	30
Figura 8 Resultados de CO en las estaciones CA-01B y CA-02S.....	31
Figura 9 Resultados de NO ₂ en las estaciones CA-01B y CA-02S.....	32
Figura 10 Monitoreo de calidad de aire en la estación CA-01B (barlovento).....	41
Figura 11 Monitoreo de calidad de aire en la estación CA-02S (sotavento).....	41

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar el monitoreo de calidad de aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A., con el fin de evaluar los parámetros de PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO y NO₂ en las estaciones CA-01B y CA-02S, se tomó como referencia los protocolos y normativas de calidad del aire, El monitoreo de calidad ambiental del aire se realizó del 5 al 9 de diciembre del 2020 de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la calidad del Aire y Gestión de los Datos (D.S. N° 10-2019-MINAM) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire (D. S. N° 003-2017-MINAM). La toma de muestras fue realizada por la empresa E&O Monitoring Perú E.I.R.L. y los análisis fueron realizados por el laboratorio Certificaciones del Perú S.A., la cual se encuentra acreditada por INACAL, concluyendo que los resultados de los análisis de las estaciones de monitoreo de calidad de aire no exceden los niveles máximos permisibles según D. S. N° 003-2017-MINAM.

Palabras Claves: Monitoreo Ambiental, Calidad del Aire, evaluar, pruebas, análisis, parámetros, Estándares de Calidad Ambiental.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out air quality monitoring at Empresa Nacional de Puertos S.A. in order to evaluate the parameters of PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO and NO_2 at stations CA-01B and CA-02S, in order to evaluate the parameters of PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO and NO_2 in the stations CA-01B and CA-02S, it was taken as reference the protocols and regulations of air quality, The environmental air quality monitoring was conducted from December 5 to 9, 2020 according to the Protocol for Air Quality Monitoring and Data Management (D.S. N° 10-2019-MINAM) and the Environmental Quality Standards (ECA) for Air (D. S. N° 003-2017-MINAM). Sampling was performed by the company E&O Monitoring Perú E.I.R.L. and the analysis was performed by the laboratory Certificaciones del Perú S.A., which is accredited by INACAL, concluding that the results of the analysis of the air quality monitoring stations do not exceed the maximum permissible levels according to D. S. N° 003-2017-MINAM.

Keywords: Environmental Monitoring, Air Quality, evaluate, tests, analysis, parameters, Environmental Quality Standards.

INTRODUCCIÓN

Recientemente, muchos países han informado de un aumento en la incidencia del asma, que es más común en las zonas urbanas las cuales están relacionadas con la contaminación del aire. Así mismo, se cree que el deterioro de la calidad del aire fue causado por las emisiones de fuentes móviles como el tráfico, la industria y las actividades pesqueras. Estas fuentes de emisión se consideran como las principales causas de la contaminación del aire. (Córdova et al., 2021)

El propósito de este estudio es realizar el monitoreo ambiental de calidad de aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A., el cual se encuentra en la provincia de Ilo. Es un puerto que permite la movilización de cargas de maíz, trigo, minerales, etc, que permite el incremento de la actividad comercial en el territorio peruano. Por el trabajo realizado por la empresa, puede generar problemas ambientales afectando principalmente al aire, es por ello que es muy importante que se realicen los monitoreos que se encuentran definido en su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) vigente, que permite determinar las concentraciones de material particulado y gases que genera la empresa, para su posterior comparación con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM).

El monitoreo de calidad de aire, ayuda a obtener información que permite a las empresas adoptar nuevas medidas de prevención, para reducir posibles contaminantes de aire que generen daños ambientales y a la salud humana, para así, garantizar el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

El monitoreo fue realizado por la empresa E&O Monitoring Perú E.I.R.L., utilizando los equipos MicroVol-1100 y tren de muestreo de gases, con la finalidad

de evaluar las concentraciones de los parámetros PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO y NO₂, generados en las estaciones CA-01B y CA-02S, en el mes de diciembre del 2020, para asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

La conclusión de las Estaciones de monitoreo de Calidad de Aire comparando con el ECA vigente, nos revela que los niveles de concentración se encuentran por debajo a lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes

1.1.1. Marco legal.

1.1.1.1. Ley N° 28611 Ley general del ambiente.

La ley establece los principios y normas básicos para asegurar la efectiva realización del derecho a un medio ambiente equilibrado, sano y suficiente para lograr un pleno desarrollo de la vida y así cumplir las obligaciones de promover una eficaz gestión y protección del medio ambiente incluyendo todos sus componentes, que busca mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país, (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2005).

1.1.1.2. D. S. N° 003-2017-MINAM.

Los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, establece los niveles de concentración máxima de contaminantes que se encuentran presentes en el aire, que no presentan una amenaza significativa para la salud humana y el medio ambiente, (MINAM, 2017).

Tabla 1*D. S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Aire*

Parámetros	Período	Valor [µg/m ³]	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética

Nota: MINAM (2017)**1.1.1.3. D. S. N° 010-2019-MINAM.**

El Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire, es una herramienta que normaliza normas técnicas para realizar el monitoreo de aire ambiental a nivel

nacional para producir datos de alta calidad, comparables, compatibles, confiables y representativos, (MINAM, 2019)

1.1.2. Definiciones conceptuales.

1.1.2.1. Estándar de calidad ambiental (ECA).

Los ECA establecen los niveles o grados de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos en el suelo, aire o agua y que estos no representen un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

1.1.2.2. Material particulado PM₁₀.

El PM₁₀ incluye todas las partículas de un diámetro aerodinámico equivalente menor a 10 micras.

Son partículas menores de 10 μm y mayores de 2,5 μm , las cuales se consideran como partículas contaminantes compuestas por materiales sólidos y líquidos; Así mismo, estas partículas están compuestas de sulfato de amonio, materiales geológicos, materiales orgánicos, nitrato de amonio, carbono elemental, , etc, (Canales et al., 2014)

Varios estudios epidemiológicos muestran que la exposición a estos contaminantes ambientales puede causar asma, reducción de la función pulmonar, irritación ocular, dolores de cabeza, reducen la visibilidad, aumento de la lluvia ácida y daño a la flora y fauna.

1.1.2.3. Material particulado PM_{2.5}.

El PM_{2.5} incluye todas las partículas de un diámetro aerodinámico equivalente menor a 2,5 micras.

El material particulado $PM_{2.5}$ son partículas con un diámetro aerodinámico de 2,5 μm o menos, que es 100 veces más delgada que un cabello humano, y se origina en las emisiones de vehículos diésel, partículas de polvo transportadas por el viento, (Ecologistas En Accion, 2008).

Las partículas $PM_{2.5}$ provocan diversos efectos en la salud humana, como bronquitis y problemas cardiovasculares, muchas veces este tipo de partículas proviene del transporte urbano, lo que se asocia con el desarrollo de asma y alergias en la población infantil.

Las partículas $PM_{2.5}$ tienen la capacidad de viajar a través de los pulmones llegando hasta los alvéolos e incluso tienen la capacidad de ingresar al torrente sanguíneo, por lo que estas partículas tienen efectos más graves para la salud en comparación al PM_{10} . Estas partículas también pueden flotar en el aire durante períodos de tiempo prolongados, lo que ayuda al transporte de estas partículas por largas distancias por medio del viento,

1.1.2.4. Contaminantes del aire.

Los contaminantes del aire se son emitidos por fuentes naturales y artificiales, en los artificiales incluye la quema de combustibles fósiles, transporte, industrial, electricidad, agricultura y hogares en las fuentes naturales, incluyen erupciones volcánicas, polvos, rocío de sal marina y emisión de compuestos volátiles de las industrias. Estos contaminantes son altamente tóxicos para los seres vivos, flora y fauna, las cuales requerirá de su grado de toxicidad, volumen y lugar de emisión, por ejemplo; NO_2 , O_3 , SO_2 , CO , partículas y aerosoles, (MINAM, 2017)

1.1.2.5. Dióxido de nitrógeno (NO₂).

Es un gas tóxico, producido por el tráfico motorizado y también por la combustión residencial e industrial. Además, juega un papel muy importante en la formación y transformación de nuevos contaminantes atmosféricos como el ozono y oxidantes, las cuales forman la lluvia ácida, (Walsh Perú, 2005).

1.1.2.6. Dióxido de azufre (SO₂).

Es emitido por la quema de combustibles que contienen azufre, como el petróleo y carbón. También es producido por la niebla marina, la descomposición orgánica y las erupciones volcánicas las cuales, al combinarse con el agua atmosférica, produce ácido sulfúrico débil y corrosivo, las cuales forman de lluvia ácida, (Walsh Perú, 2005).

1.1.2.7. Monóxido de carbono (CO).

El CO es un gas inodoro e incoloro, que en altas concentraciones pueden causar la muerte, estas se producen por la combustión incompleta de combustibles como el gas natural, madera, carbón o petróleo en condiciones de combustión ineficiente, (Walsh Perú, 2005).

1.1.2.8. Tren de muestro.

El tren de muestreo es un equipo diseñado con el objetivo de capturar gases ambientales utilizando métodos de absorción química. Se captura los gases atmosféricos por medio de una bomba de succión, por medio de un rotámetro, el tren de muestreo posee Impingers en las cuales van las soluciones captadoras, donde estas deben ser conectadas a mangueras de goma que poseen Filtros de membrana.

1.1.2.9. Rotámetro o flujo metro.

Es un equipo que mide el caudal, tanto de líquidos como gaseosos. El equipo se basa en la medida del desplazamiento vertical de un "elemento sensible", cuyo estado de equilibrio depende de la corriente circulante dirigida simultáneamente, (Gometrics Instruments, 2023).

1.1.2.10. Barlovento.

Se refiere a la dirección de donde sopla el viento.

1.1.2.11. Sotavento.

Es la dirección al cual se dirige el viento.

1.2. Descripción y tipo de servicio que brinda la empresa

La Empresa ENAPU S.A., Cumple la tarea de operar, administrar y mantener los terminales portuarios del país y prestar servicios para el movimiento de naves y cargas en el comercio exterior del Perú de manera eficaz, confiable y adecuada, ayudando a incrementar la competitividad del comercio exterior, la integración regional y así mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. La Empresa se crea como organismo público descentralizado del Sector Transportes y Comunicaciones, mediante los D. L. N° 17526 y N° 18027, operando desde el 1 de enero del año 1970, (Terminal Nacional de Puertos S.A., 2022)

La Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo, contrato a la Empresa E&O Monitoring Perú E.I.R.L. para que realice el monitoreo ambiental y ocupacional de acuerdo a las normas vigentes y así, dar cumplimiento a su Instrumento de Gestión Ambiental (IGA): que en este caso es el Programa de Adecuación y Manejo

Ambiental (PAMA) vigente, Efectuándose el monitoreo ambiental y ocupacional en las instalaciones del terminal portuario de Ilo, que se encuentra ubicado en calle Matará N° 104, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua.

La empresa E & O Monitoring Perú E.I.R.L. es una empresa peruana que brinda el servicio integral de consultoría, monitoreos, seguridad y salud ocupacional, para los proyectos de inversión pública y privada como: mineras, industriales, pesqueras, etc.

1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la empresa

1.3.1. Aspecto socioeconómico.

La Empresa Nacional de Puertos S.A – Ilo, tiene como objetivo principal cumplir con el papel de facilitador del transporte intermodal en los respectivos ámbitos de influencia de cada terminal portuarias que gestionan, en condiciones de autosuficiencia económica, (Empresa Nacional de Puertos S.A., 2017).

La Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo, cuenta con una experiencia en el mercado de servicios portuarios de más de 30 años, convirtiéndose en la instalación portuaria más importante de la costa sur del Perú, es un puerto que permite la movilización de cargas de diversos tipos como granel seco que es el maíz y el trigo, minerales, carga contenedorizada, así como también carga general que son piezas sueltas y embaladas contribuyendo a la riqueza y a la actividad comercial del territorio peruano, mejorando la eficiencia de los servicios y fortaleciendo el talento humano que cuenta con amplia experiencia en el negocio portuario, (Empresa Nacional de Puertos S.A., 2017).

El Terminal Portuario de Ilo de ENAPU S.A., está encausado en alcanzar el máximo beneficio de las instalaciones, con el único propósito de realizar una mejor gestión, proponiendo modernizar las facilidades portuarias existentes, para llegar a ofrecer facilidades que puedan competir con los puertos vecinos en atención a la carga peruana y en especial a los contenedores y gráneles que moviliza Bolivia, (Empresa Nacional de Puertos S.A., 2017).

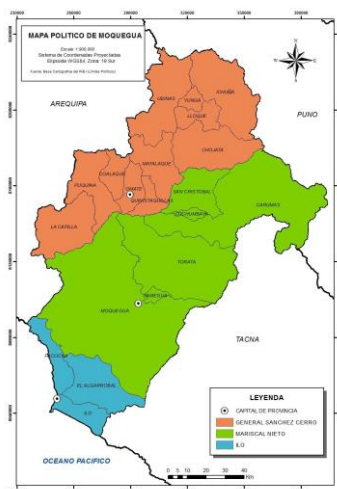
1.3.2. Ubicación geográfica.

La Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo, se ubica al sur del Perú en la región de Moquegua, la cual cuenta con una ubicación geográfica privilegiada ya que se encuentra cerca a Bolivia. Siendo parte del corredor transoceánico internacional que conecta Perú, Brasil y Bolivia, y está a pocos kilómetros de dos aeropuertos y zonas francas. (Rodriguez, 2021).

Se ubica en la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, en la Calle Matara 104 con Latitud: 17° 38' sur y Longitud: 71° 21' oeste.

Figura 1

Ubicación de la región Moquegua



Nota: MINAM (2013)

Figura 2

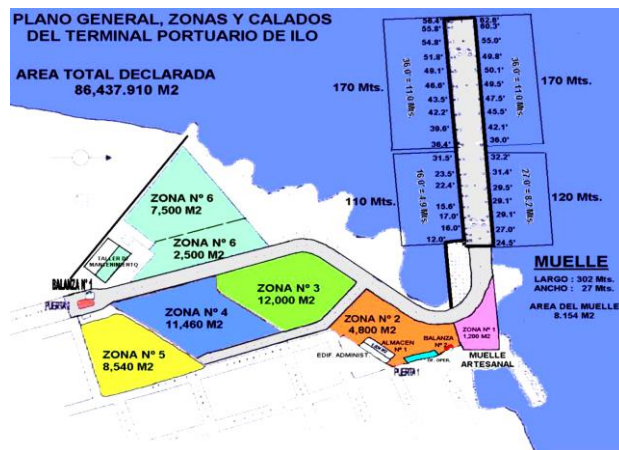
Ubicación de la provincia de Ilo



Nota. FamilySearch (2023)

Figura 3

Ubicación de la empresa ENAPU S.A.



Nota: Municipalidad Provincial de Ilo (2018)

1.3.3. Descripción del Área

ENAPU S.A. es una empresa estatal del sector de transportes y comunicaciones, la cual cuenta con la actividad económica de operar, equipar, mantener y administrar de terminales y muelles marítimos y fluviales en el país.

La empresa ENAPU S.A. se constituyó el 1 de enero de 1970, mediante D. L. N° 17526, con el fin de administrar, operar, mantener y construir los terminales

y muelles del país, el 1 de junio de 1981 la empresa, se transformó en una empresa pública de derecho privado, mediante Decreto Legislativo N° 98, (OSITRAN, 2020)

La Empresa ENAPU S.A., tiene más de 30 años de experiencia en el mercado de servicios portuarios y así al final del 2019, la empresa administra siete terminales portuarios como: Fluviales (Iquitos, Yurimaguas y Puerto Maldonado) y de atraque directo (Ilo y Muelle Perú – Arica) y de lanchonaje (Supe y Huacho).

Los servicios portuarios de ENAPU, se distribuyen en dos grupos:

1.3.3.1. Servicios en función a la nave.

Incluye el trabajo de amarre, desamarre y el uso de amarraderos, que consiste en la fijación de la embarcación al atracadero mediante la inserción de cuerdas en las cornamusas del terminal portuario mientras se realizan las operaciones de atraque de nave o viceversa.

Los servicios de amarre se brindan después de que la embarcación haya atracado, incluido el uso de un atracadero o muelle mientras la embarcación permanece amarrada.

1.3.3.2. Servicios en función a la carga.

Este servicio está compuesto por los trabajos de estiba, desestiba, manipuleo, transferencia y almacenaje. Este servicio comprende el uso de la infraestructura del muelle para las operaciones de descarga y embarque de cargas. Que pueden ser de dos tipos de carga como: Carga a granel y rodante por tonelada métrica y contenedor por unidad, la cual depende de su tamaño las cuales pueden variar de 20 o 40 pies

y depende también de su condición las cuales pueden ser llenos o vacíos. Además, se considera al servicio de prestación de pasajeros o servicio de embarque como el uso de muelle.

Los servicios de almacenamiento incluyen el uso de áreas de almacenamiento de carga general, contenedores, así como patios abiertos y almacenes cerrados.

Finalmente, también cuenta con los servicios de recepción, arrumaje y apilamiento de cargas en todas las áreas de almacenamiento del terminal, así como también el despacho de la carga para su embarque.

1.4. Descripción de la experiencia

La Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo. brindada servicios eficientes a la carga nacional tanto importaciones y exportaciones, así como también a la carga con destino hacia Bolivia, La visión estratégica de la empresa, tiene como finalidad desarrollar proyectos en infraestructura y equipamiento portuario que le permitan alcanzar altos niveles de eficiencia y eficacia en todas sus unidades operativas y así posicionarse como una empresa altamente competitiva en la zona sur del Perú, con el fin de maximizar su participación en ese mercado, el cual abarca el movimiento comercial de países vecinos.

Las diferentes áreas de ENAPU S.A., participa eficazmente para lograr una adecuada planificación, gestión comercial, gestión operativa y toma de decisiones estratégicas, con el compromiso de cada trabajador por mantener una empresa sostenible a largo plazo.

En resultado, el Proyecto de Monitoreo de calidad de aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo, se realizó en cumplimiento a su Instrumento de Gestión Ambiental (IGA), en este caso a su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) vigente, ya que de incumplirse la empresa será sancionada en una posible fiscalización, es por ello que a solicitud de la Empresa Nacional de Puertos S.A.– Ilo, colabora con la empresa E&O Monitoring E.I.R.L. para que se efectúe el monitoreo ambiental de calidad de aire en las instalaciones del terminal portuario de Ilo, que se encuentra ubicado en calle Matará N° 104, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua, la cual trabaja con laboratorio acreditado por INACAL, para la ejecución de informes de monitoreo de calidad de aire, teniendo en cuenta los procedimientos constituidos bajo regulaciones nacionales.

1.5. Explicación del cargo y las funciones ejecutadas

1.5.1. Reseña.

La empresa E&O Monitoring Perú E.I.R.L., es una empresa peruana con centro de operaciones en la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, que fue creada en el año 2018, dedicada a realizar actividades de consultoría ambiental, monitoreos, seguridad y salud ocupacional, relacionadas con la gestión para los proyectos de inversión públicas o privadas en los sectores de Minería, Agricultura, Industriales, Transportes, Pesqueras, Energía, Construcción y Saneamiento. Esta empresa cuenta con un equipo de profesionales altamente capacitados con gran responsabilidad e integridad.

1.5.2. Descripción de la experiencia.

El monitoreo de Calidad Ambiental para Aire se realizó del 05 al 09 de diciembre del 2020; evaluando los parámetros Material Particulado (PM_{10}), Material Particulado ($PM_{2.5}$), Dióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en las estaciones CA-01B y CA-02S. El monitoreo de calidad de aire se lleva a cabo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la calidad del Aire y Gestión de los Datos de la Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM, donde los Análisis de Laboratorio fueron realizados por el laboratorio Certificaciones del Perú S.A., la cual es un laboratorio Certificado por el Organismo Peruano de Acreditación - INACAL.

1.6. Propósito del puesto

Durante los trabajos realizados entre el mes de noviembre del 2018 a enero del 2021, la actividad constante del puesto técnico de monitoreo ambiental y ocupacional, fue ejecutar el monitoreo de la Calidad de Aire en campo en la Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo, actividad que se realizó bianualmente y que tiene definido sus objetivos generales y específicos. Es por ello que, el propósito del puesto de técnico de monitoreo ambiental fue encaminado a la obtención de los mismos, por lo que fueron los siguientes:

1.6.1. Objetivo general.

- Realizar el monitoreo ambiental de calidad de aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo.

1.6.2. Objetivos específicos.

- Ejecutar el monitoreo de calidad del aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo, determinando la concentración de los parámetros considerados en su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la empresa.
- Comparar los resultados obtenidos del monitoreo de calidad de aire, mediante la obtención de las concentraciones y niveles de los parámetros considerados en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la empresa, con los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

1.7. Producto o proceso que será objeto del informe

1.7.1. Monitoreo de calidad de aire.

El monitoreo de calidad de aire o atmosférico es una herramienta que, mediante una serie de procedimientos de muestreo y análisis de los contaminantes atmosféricos, nos permite determinar los niveles de contaminación. Los contaminantes atmosféricos a monitorear difieren de acuerdo a la actividad que realiza la empresa que puede ser de distinto sector como: minería, construcción, industrial, etc. En el presente documento se detallarán el monitoreo de los siguientes parámetros: Material Particulado (PM_{10}), Material Particulado ($PM_{2.5}$), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2) y Monóxido de Carbono (CO). para su posterior comparación con los estándares nacionales de la normativa vigente.

1.7.2. Importancia del monitoreo de calidad de aire.

Toda actividad diaria de la población genera una gran cantidad de contaminantes que altera la composición natural del aire que respiramos tanto en el exterior como en interiores de nuestros hogares. La quema de combustibles utilizado para el transporte y la generación de energía, tanto a nivel industrial como residencial, origina contaminantes que se quedan en la atmósfera como; partículas PM₁₀, PM_{2.5}, ozono, óxidos de nitrógeno, radón, etc., todo ello causa graves problemas a la salud y al medio ambiente, es por ello que para prevenir problemas de la salud y el ambiente se han creado diversas normas legales con el objetivo de reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, para que de esta manera se pueda prevenir la contaminación atmosférica.

Es por ello que la Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo, realiza Monitoreo de calidad de aire para vigilar bianualmente la composición química del aire para prevenir problemas de la salud y el ambiente, la cual debe realizarse en cumplimiento a su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) vigente, ya que de incumplirse el monitoreo ambiental la empresa será sancionada en una posible fiscalización. El monitoreo debe cumplir normas y protocolos, además de que el laboratorio debe ser certificado por INACAL.

1.8. Resultados concretos que ha alcanzado en este periodo de tiempo

Durante el monitoreo de calidad de aire realizado en la empresa ENAPU S.A. del 05 al 09 de diciembre del 2020, se obtuvo los siguientes resultados:

- Los resultados de las Estaciones de Calidad de Aire - PM_{10} comparado con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), luego de realizar la medición por 24 horas en las estaciones CA-01B (Barlovento) y CA-02S (Sotavento).
- Los resultados de las Estaciones de Calidad de Aire – $PM_{2.5}$ comparado con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), luego de realizar la medición por 24 horas en las estaciones CA-01B (Barlovento) y CA-02S (Sotavento).
- Los resultados de las Estaciones de Calidad de Aire – Dióxido de azufre (SO_2) comparado con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), luego de realizar la medición por 24 horas en las estaciones CA-01B (Barlovento) y CA-02S (Sotavento).
- Los resultados de las Estaciones de Calidad de Aire – Monóxido de carbono (CO) comparado con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), luego de realizar la medición por 8 horas en las estaciones CA-01B (Barlovento) y CA-02S (Sotavento).
- Los resultados de las Estaciones de Calidad de Aire – Dióxido de Nitrógeno (NO_2) comparado con el ECA de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), luego de realizar la medición por 1 horas en las estaciones CA-01B (Barlovento) y CA-02S (Sotavento).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe

2.1.1. Parámetros de monitoreo.

El ministerio del ambiente la cual es la Autoridad Ambiental Nacional, dirige el proceso de elaboración y revisión del ECA y LMP, en coordinación con los sectores que correspondan, se encarga de elaborar o encargar las propuestas de ECA y LMP, las cuales fueron remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su posterior aprobación mediante un Decreto Supremo. (MINAM, 2017)

El D. S. N° 074-2001-PCM fue el primer decreto supremo que aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ECA), el cual tiene por objetivo implantar los ECA para Aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente;

Posteriormente se aprobó el D. S. N° 069-2003-PCM, en la cual se incluye la concentración de Plomo a los ECA y en el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, se agregó el parámetro de Dióxido de Azufre, asimismo mediante el D. S. N° 006-2013-MINAM, se incluyó el Dióxido de Azufre y a través de la R. M. N°

205-2013-MINAM se establecieron las cuencas atmosféricas a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2 del Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM, (MINAM, 2019).

Finalmente, el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, publicado el 7 de junio 2017, es el último decreto en la que establecen Disposiciones Complementarias.

2.1.2. Labor de monitoreo.

Para realizar la toma de muestra. se realizó de acuerdo al protocolo de Calidad de Aire del Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM, y también tener en cuenta algunos criterios establecidos por parte de la empresa consultora E&O Monitoring Perú E.I.R.L. para luego comparar con el estándar de calidad de aire D.S. N° 003-2017-MINAM.

En el procedimiento se comprende que:

- El personal tiene que portar guantes desechables para el monitoreo de aire.
- Durante la preparación y toma de muestra, se tiene que evitar tocar los recipientes sin el uso de guantes quirúrgicos.
- Una vez preparados los materiales se tiene que rotular las muestras, para luego registrar los datos a la cadena de custodia.
- La distancia de un punto de muestreo y una obstrucción debe ser de 20 metros aproximadamente.
- Se ubicar el punto de muestreo y/o estación según lo dispuesto en su instrumento de gestión ambiental (IGA) de la empresa, ubicándolos en los puntos de mayor tránsito vehicular siendo un punto de concentración de

contaminantes atmosféricos. Así mismo, teniendo en cuenta el fácil acceso a la zona y la cercanía a un suministro de energía eléctrica.

- Para comenzar con el monitoreo, se tiene que verificar el estado de los equipos como el tren de muestreo y el rotámetro, luego se deberá preparar los filtros para PM_{10} y $PM_{2.5}$, las soluciones captadoras de gases y los Tubos dreschel, finalmente se procede a instalar el tren de muestreo y MicroVOL-1100 sobre un trípode y soporte. A 1.50 metros de altura.

2.1.3. Procedimiento del monitoreo.

Para la toma de muestra para el monitoreo de calidad del aire, se hace uso de dos equipos como es el MicroVOL-1100 y el tren de muestreo (Ver ANEXO N° 1), las cuales se especificará el procedimiento de uso de estos equipos.

- Muestreo de partículas utilizando el equipo MicroVol-1100.

Antes de realizar el monitoreo se debe verificar e inspeccionar el equipo y recordar que este equipo tiene que estar certificados por INACAL.

- 1) Se requiere como mínimo una balanza analítica de 4 decimales con una resolución de 0,1mgr.
- 2) Pesar cada filtro limpio de 47 mm y registrar la masa inicial de cada filtro. Inmediatamente después de pesar, colocar cada filtro en el porta filtro o impactador del microvol-1100. Es importante asegurarse que el filtro se instale con la muestra hacia arriba.
- 3) Colocar el porta filtro o impactador en el MicroVol-1100.
- 4) El soporte del filtro y el conjunto del impactador se acoplan, asegurándose que queden correctamente sellados.

- 5) Es importante colocar la tapa de lluvia al MicroVol-1100 y recordar siempre no exponer el equipo a cantidades excesivas de salpicaduras de agua, spray y ambientes excesivamente húmedos y corrosivos, incluida la sal.
- 6) El equipo cuenta con un plato impactador para muestreo de PM_{10} y una boquilla o adaptador diseñada para el muestreo de $PM_{2.5}$, que se coloca en el portafiltro o impactador.
- 7) En seguida se debe de programar el MicroVol-1100 en formato de 24 horas.
- 8) Finalmente, utilizando la misma balanza analítica que se utilizó en el pesaje inicial se debe realizar de nuevo el pesado del Filtro y registrar la masa. Antes de volver a pesar los filtros con muestra, deberá haber prendido la balanza una hora antes para su estabilidad.

- **Muestreo de gases utilizando el tren de muestreo.**

Antes de realizar el monitoreo se debe verificar e inspeccionar el rotámetro y el tren de muestreo, además de estar certificados por INACAL. Para iniciar el monitoreo se debe realizar los siguientes pasos:

- 1) Se inicia con verificación del funcionamiento del tren de muestreo y rotámetro.
- 2) A continuación, se prepara las soluciones captadoras según los procedimientos indicados por el laboratorio acreditado, para evitar alguna alteración en la composición de las soluciones captadoras.
- 3) Se instala el trípode que va sujetar al tren de muestro en un lugar plano y estable a una altura de 1.5 metros, luego se añade la solución captadora en los diferentes tubos de Dreschel, de acuerdo al caudal del flujo y el tiempo

ya establecidos en la cadena de custodia, la cual variara de acuerdo al parámetro a muestrear.

- 4) Poner los tubos de Dreschel, sujetos en los soportes, y conectar en las mangueras de silicona, en la cual uno actúa como entrada del gas a la solución captadora mediante burbujeo y el otro permite la salida del gas al exterior.
- 5) En la parte superior de tren de muestro están las mangueras de absorción de cada gas, se adhiere esa manguera de silicona con la manguera del rotámetro y se va ajustando el flujo o caudal (entre 0,1 l/min y 0,5 l/min), de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la calidad del Aire.
- 6) Luego se programa las horas considerando el tiempo de cada gas de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la calidad del Aire.
- 7) Transcurrido el tiempo de muestreo colocar la solución muestreada de cada tubo de Dreschel, en los envases de cada solución captadora, dichos envases deben ser sellados, etiquetado y refrigerados correctamente.
- 8) Finalmente, los tubos de Dreschel fueron enjuagadas con agua destilada, dejándolos limpios para próximos monitoreos.

2.1.3.1. Preservación.

- Luego de obtener la muestra, se tiene que tener las disposiciones de control y cuidado suficientes durante la manipulación de estas soluciones.
- Las muestras deben ser transportadas en recipientes adecuados para prevenir la rotura, derrames y posibles alteraciones debidas a acciones mecánicas, recalentamiento o exposición a la luz.

- Las muestras deben ser preservadas con ice pack para que puedan conservar su temperatura.
- Se recomienda utilizar todos los implementos de seguridad necesarios.

2.1.3.2. Transporte.

- Las muestras deben ser embaladas en una caja de tecnopor para su transporte al laboratorio acreditado por INACAL, encargada del análisis en este caso por la empresa Certificaciones del Perú S.A.
- Las muestras recogidas y posteriormente enviadas para el análisis tienen que cumplir cierto tiempo permitidos para su almacenamiento. Asimismo, es importante el medio de transporte para el traslado de las muestras y así evitar la pérdida de calidad de las muestras.
- Los frascos de las muestras tienen que encontrarse cerrados durante el envío de éstas al laboratorio.
- Los filtros para PM₁₀ y PM_{2.5}, deben permanecer cerrados en un sobre, para así evitar la pérdida de material particulado obtenida en el muestreo.

2.1.3.3. Cadena de custodia.

Para asegurar los resultados, se requiere que cada dato escrito en la cadena de custodia sea verídico, para lo que se recomienda lo siguiente:

- Se tiene que tener la certeza de que las muestras tengan los estándares mínimos de calidad establecidos en las normas y protocolos vigentes, de acuerdo a cada parámetro muestreado.

- Las muestras deben contar siempre con una cadena de custodia en donde se especifique la hora, fecha y parámetro que se realizó de acuerdo a los protocolos de muestreo.
- No se tiene que alterar el lugar de la estación de monitoreo.
- Finalmente, la cadena de custodia tiene que contar con la firma del encargado del monitoreo. Ver Anexo N° 3.

2.2. Descripción de las acciones, metodología y procedimientos

2.2.1. Preparación de acciones.

Para el desarrollo de actividades, las preparaciones de acciones se realizan dos veces al año para este proyecto debido a que los monitoreos se realizan de acuerdo al programa de monitoreo de la empresa Nacional de Puertos S.A., con la finalidad de prevenir cualquier efecto negativo a la salud y medio ambiente. En el tiempo de trabajo que fue desde noviembre del 2018 a enero del 2021, se realizaron más de 4 monitoreos para la Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo; es por ello que, para efectos de la presentación de este trabajo, al ser esta actividad regular, se ha visto por conveniente presentar el ultimo monitoreo realizado para dicha empresa, que corresponde al mes de diciembre del 2020.

2.2.2. Medición de la calidad de aire.

La medición del nivel de calidad del aire se basó en las directrices de la normatividad ambiental vigente establecida por el Ministerio del Ambiente. Cumpliendo así con los estándares de calidad mínimos exigidos y evaluados de acuerdo a los estándares de calidad de aire (ECA), lo que nos permitió obtener resultados muy fiables y representativos.

CAPÍTULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

Como se mencionó en el capítulo anterior, para la presentación del presente trabajo se tomó en cuenta el último monitoreo realizado para la Empresa Nacional de Puertos S.A. - Ilo, el cual comprende a la actividad realizada del 05 al 09 de diciembre del 2020; es por ello que, se presentan las experiencias de acuerdo a las actividades realizadas en dicho monitoreo.

3.1. Aportes o bases teóricas adquiridos durante el monitoreo.

3.1.1. Definición de la estación de monitoreo.

Se monitoreo en las estaciones especificadas en el programa de monitoreo de la empresa. Los detalles de la ubicación de las estaciones se visualizan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Estaciones de monitoreo

Estación de monitoreo	Fecha de muestreo	Datos		
		Localización	Coordenadas UTM WGS 84	Altitud
CA-01B (Barlovento)	05 al 09 de diciembre del 2020	Ingreso de la puerta N°3	0250952 E 8047106 N	11 m s. n. m.
CA-02S (Sotavento)	05 al 09 de diciembre del 2020	Muelle del TP-Ilo.	0250786 E 8047570 N	5 m s. n. m.

Figura 4

Estaciones de monitoreo ambiental de calidad de aire



3.1.2. Definición de los parámetros evaluados.

Para el monitoreo de calidad de aire realizado en la Empresa Nacional de Puertos S.A. se ha considerado los siguientes parámetros según lo establecido en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) vigente de la empresa, para las dos estaciones CA-01B y CA-02S:

- Material Particulado (PM₁₀)
- Material Particulado (PM_{2.5})
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

3.1.3. Definición de los equipos e insumos del monitoreo.

Para el muestreo de Material Particulado (PM₁₀) y Material Particulado (PM_{2.5}) se realiza el monitoreo utilizando el MicroVol-1100 y para el muestreo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂) y Monóxido de Carbono (CO) se utilizó el tren de muestreo. teniendo en cuenta los cuidados que se detallan en el protocolo de calidad de aire, posterior al monitoreo, así mismo, se procedió a la preservación de las muestras y el rotulado correspondientes.

El análisis químico de las muestras se efectuó bajo las metodologías del Laboratorio Certificaciones del Perú S.A., el cual se encuentra debidamente acreditado ante INACAL, Ver Anexo N° 04.

3.1.4. Definición de la metodología empleada.

La metodología empleada fue ejecutada de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de calidad de aire; las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio Certificaciones del Perú S.A, la cual se encuentra acreditada por INACAL, a través de procedimientos estandarizados.

3.2. Desarrollo del monitoreo

3.2.1. Preparación de materiales e insumos.

Los procedimientos para la preparación de materiales e insumos estuvieron elaborados dentro de las instalaciones del laboratorio Certificaciones del Perú S.A., que consisten en la rotulación correcta de los materiales e insumos a utilizar, además de cuidar la adecuada preparación de estos materiales, verificando la temperatura y humedad necesaria en la preparación de muestras y su preservación.

Asimismo, se tiene un registro previo del pesado anticipado de los filtros para PM₁₀ y PM_{2.5} con una balanza calibrada y certificada. Además, se tiene un registro de las soluciones captadoras demostrando las condiciones adecuadas en la que se deben de preservar, en caso hubiese alguna observación esta debe ser descrita en la cadena de custodia.

3.2.2. Resultados de la calidad de aire.

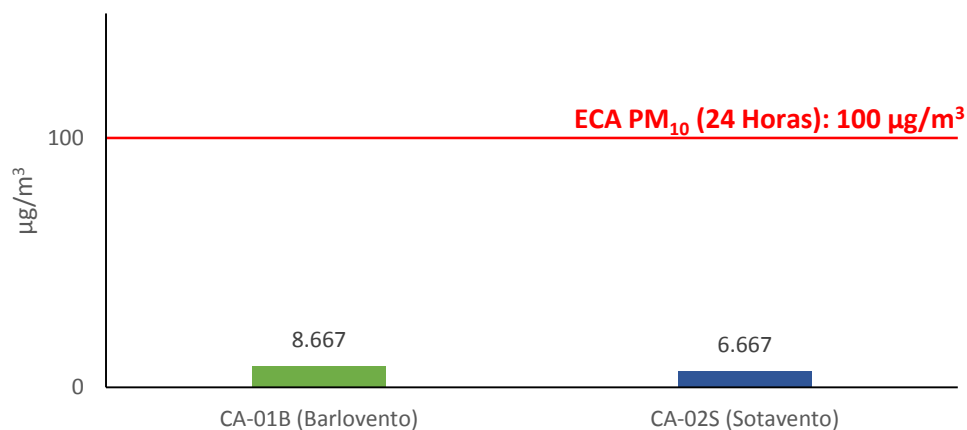
Por consiguiente, se muestran los resultados generales obtenidas, las cuales también se pueden visualizar en los informes de ensayos que se encuentran en el Anexo N° 2.

Tabla 3*Resultado general del monitoreo de calidad de aire*

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	05/12/20	PM ₁₀	8,667	µg/m ³	100
	05/12/20	PM _{2,5}	6,667	µg/m ³	50
	07/12/20	SO ₂	<3.0	µg/m ³	250
	09/12/20	CO	<114	µg/m ³	10000
	05/12/20	NO ₂	<4,0	µg/m ³	200
CA-02S (Sotavento)	06/12/20	PM ₁₀	6,667	µg/m ³	100
	06/12/20	PM _{2,5}	6,000	µg/m ³	50
	06/12/20	SO ₂	<3,0	µg/m ³	250
	09/12/20	CO	<114	µg/m ³	10000
	07/12/20	NO ₂	<4,0	µg/m ³	200

Tabla 4*Resultados de monitoreo de calidad de aire - PM₁₀*

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	05/12/20	PM ₁₀	8,667	µg/m ³	100
CA-02S (Sotavento)	06/12/20	PM ₁₀	6,667	µg/m ³	100

Figura 5*Resultados de PM₁₀ en las estaciones CA-01B y CA-02S*

Interpretación:

En la tabla 4 se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental de aire para el parámetro PM_{10} , que tiene una concentración promedio diario de $8,667 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-01B y $6,667 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-02S, en comparación con el ECA de Aire que es de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por ende, nos indica que los resultados obtenidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA 003-2017.MINAM), por lo tanto, la empresa ENAPU S.A. cumple con sus medidas de prevención.

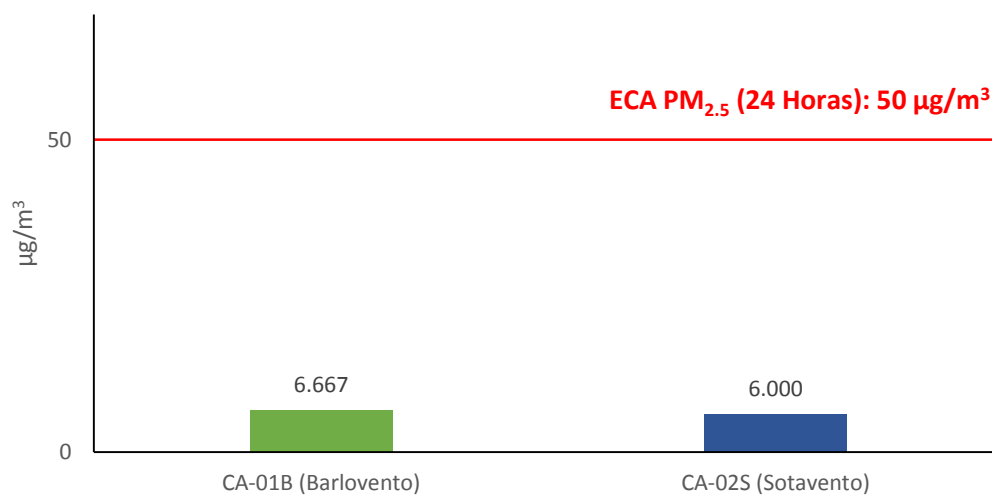
Tabla 5

Resultados de monitoreo de calidad de aire - $PM_{2.5}$

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	05/12/20	$PM_{2.5}$	6,667	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
CA-02S (Sotavento)	06/12/20	$PM_{2.5}$	6,000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50

Figura 6

Resultados de $PM_{2.5}$ en las estaciones CA-01B y CA-02S



Interpretación:

En la tabla 5 se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental de aire para el parámetro $PM_{2.5}$, que tiene una concentración SO_2 de $6,667 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-01B y $6,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-02S, en comparación con el ECA de Aire que es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por ende, nos que los resultados obtenidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA 003-2017.MINAM), por lo tanto, la empresa ENAPU S.A. cumple con sus medidas de prevención.

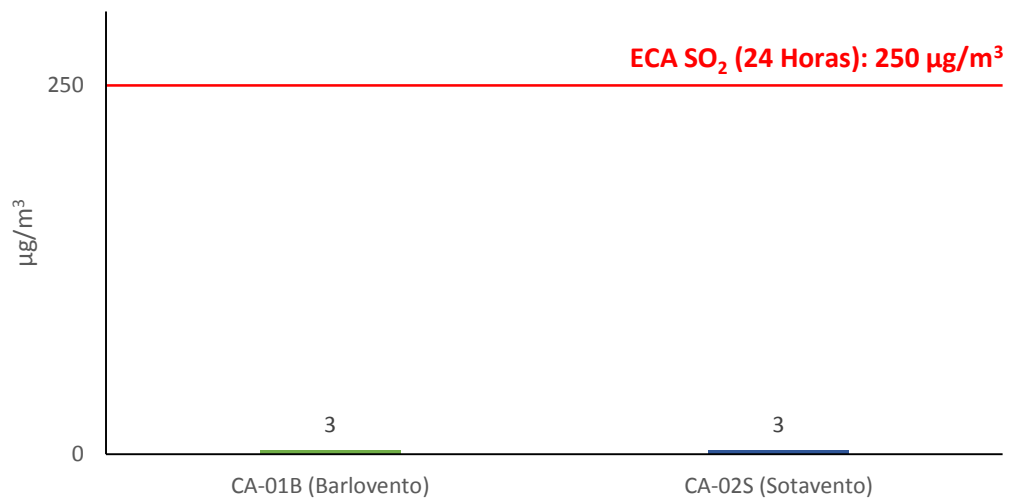
Tabla 6

Resultados de monitoreo de calidad de aire - SO_2

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	07/12/20	SO_2	<3,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	250
CA-02S (Sotavento)	06/12/20	SO_2	<3,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	250

Figura 7

Resultados de SO_2 en las estaciones CA-01B y CA-02S.



Interpretación:

En la tabla 6 se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental de aire para el parámetro SO₂, que tiene una concentración promedio diario de <3,0 µg/m³ en la estación CA-01B y <3,0 µg/m³ en la estación CA-02S, en comparación con el ECA de Aire que es de 250 µg/m³.

Por ende, nos indica que los resultados obtenidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA 003-2017.MINAM), por lo tanto, la empresa ENAPU S.A. cumple con sus medidas de prevención.

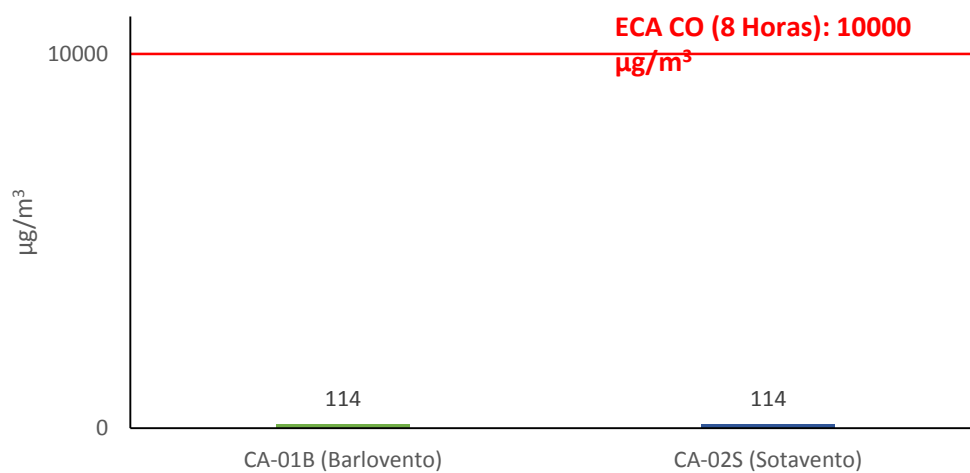
Tabla 7

Resultados de monitoreo de calidad de aire - CO

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	09/12/20	CO	<114,0	µg/m ³	10000
CA-02S (Sotavento)	09/12/20	CO	<114,0	µg/m ³	10000

Figura 8

Resultados de CO en las estaciones CA-01B y CA-02S



Interpretación:

En la tabla 7 se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental de aire para el parámetro CO, que tiene una concentración promedio diario de <114,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-01B y <114,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-02S, en comparación con el ECA de Aire que es de 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por ende, nos indica que los resultados obtenidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA 003-2017.MINAM), por lo tanto, la empresa ENAPU S.A. cumple con sus medidas de prevención.

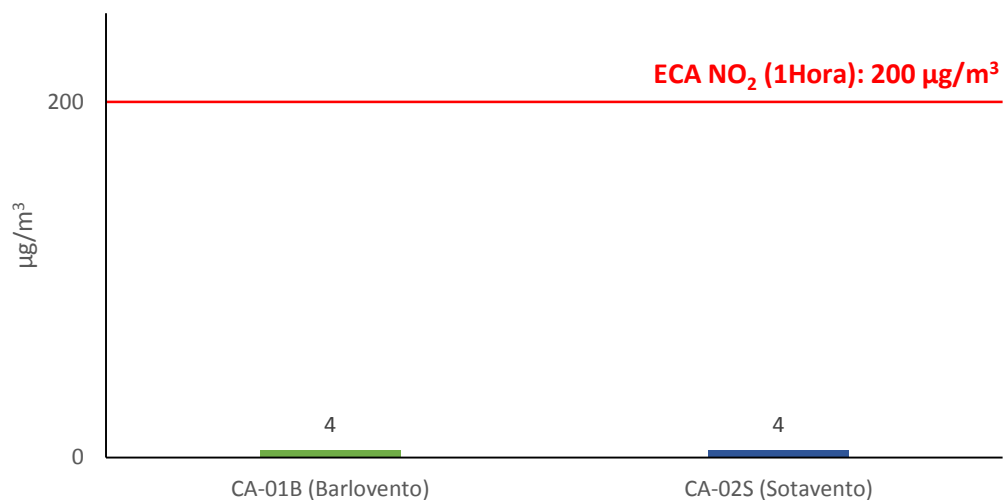
Tabla 8

Resultados de monitoreo de calidad de aire - NO₂

Estación	Fecha de muestreo	Parámetros	Concentración promedio día	Unidad	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
CA-01B (Barlovento)	05/12/20	NO ₂	<4,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200
CA-02S (Sotavento)	07/12/20	NO ₂	<4,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200

Figura 9

Resultados de NO₂ en las estaciones CA-01B y CA-02S



Interpretación:

En la tabla 8 se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental de aire para el parámetro NO₂, que tiene una concentración promedio diario de <4,0 µg/m³ en la estación CA-01B y <4,0 µg/m³ en la estación CA-02S, en comparación con el ECA de Aire que es de 200 µg/m³.

Por ende, nos indica que los resultados obtenidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA 003-2017.MINAM), por lo tanto, la empresa ENAPU S.A. cumple con sus medidas de prevención.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Primera. Se ejecutó el monitoreo de calidad de aire en la Empresa Nacional de Puertos S.A. – Ilo, donde se pudo determinar las concentraciones de promedio diario de los parámetros de PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO y NO₂ en las estaciones de CA-01B y CA-02S (los resultados se pueden apreciar en los informes de ensayo que se encuentran en el ANEXO N° 02 INFORMES DE ENSAYO).

Segunda. Se realizó la comparación de los resultados de los parámetros evaluados como son: PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO y NO₂ con el Estándar de Calidad Ambiental para aire (ECA 003-2017.MINAM), demostrando que la Empresa Nacional de Puertos S.A. cumple con la normativa vigente Permitiéndonos prevenir posibles daños ambientales y a la salud humana.

4.2. Recomendaciones

- Primera.** Se recomienda continuar con la realización de Monitoreos Ambientales de Calidad de Aire de acuerdo a su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) vigente, con el objetivo de prevenir y mitigar riesgos ambientales y a la salud humana.
- Segunda.** Se recomienda evaluar la inclusión del resto de parámetros que se especifica en el ECA para aire D.S. N° 003-2017-MINAM para así mejorar el cumplimiento a la normativa vigente.
- Tercera.** Se recomienda siempre utilizar los EPP adecuados para la realización de los Monitoreos Ambientales de Calidad de Aire, para así prevenir futuros riesgos en la salud y a la contaminación de muestras durante la ejecución del monitoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canales, M., Quintero, M., Castro, T. & García, R. (2014). Las Partículas Respirables PM10 y su Composición Química en la Zona Urbana y Rural de Mexicali, Baja California en México. *Información tecnológica*, 25(6), 2. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v25n6/art03.pdf>
- Córdova, P., Barrios, T. & Córdova, I. (2021). Primera caracterización de emisiones contaminantes y la calidad del aire en Ica, Perú. *Revista Cubana de Química*, 33(1), 141. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v33n1/2224-5421-ind-33-01-138.pdf>
- Ecologistas En Accion. (2008). *¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud?*. Recuperado el 10 de abril de 2023 de <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
- Empresa Nacional de Puertos S.A. (2017). *Plan Estratégico Institucional de la Empresa Nacional de Puertos S.A. 2027-2021*. Recuperado de https://www.enapu.com.pe/sistema-transparencia/views/documentos/6603150569pei%20enapu%20s%20a%202017-2021_modificado%2030.10.2020.pdf
- Familysearch. (22 de junio de 2023). *Ilo, Moquegua, Perú - Genealogía*. Recuperado el 3 de julio de 2023 de https://www.familysearch.org/es/wiki/Ilo,_Moquegua,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa

Gometrics Instruments. (2023). *¿Qué es un rotámetro?*. Recuperado de <https://www.gometrics.net/que-es-rotometro/>

MINAM. (2005). *Ley N° 28611 .- Ley General del Ambiente*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

MINAM. (2013). *Indicadores Ambientales de Moquegua*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/serie-indicadores-no-14-indicadores-ambientales-moquegua>

MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>

MINAM. (2017). *Fuentes y contaminantes*. Recuperado de <https://infoaireperu.minam.gob.pe/calidad-de-aire/fuentes-y-contaminantes/>

MINAM. (2019). *Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM .- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>

Municipalidad provincia de Ilo. (2018). *Diagnostico y analisis de la provincia de Ilo*. Recuperado de

<http://mail.mpi.gob.pe/images/PUBLICACIONES/PRESENTACION-FINAL-DIAGNOSTICO.pdf>

OSITRAN. (2020). *Informe de Desempeño 2019*. Recuperado de <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2020/07/id-enapu-2019-1.pdf>

Rodriguez, A. (2021). *Identificacion de peligros y valoracion de riesgos en seguridad y salud en el trabajo, aplicando un sistema de informacion geografico, en la Empresa Nacional de Puertos SA-ENAPU sede Ilo, 2021*. Recuperado de <http://161.132.207.135/bitstream/handle/20.500.12969/2194/Rodriguez-Quiroga-Anapaula.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Terminal Nacional de Puertos S.A. (2022). *Terminal Nacional de Puertos S.A.* Recuperado de <https://www.enapu.com.pe/acerca-de-enapu/>

Walsh Perú. (2005). *Estudios de Linea Base Ambiental COSAC I*. Recuperado de <https://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2005/lineabaseambiental/capitulo3.pdf>