



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN
LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS
PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AMILCAR TICONA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA - PERÚ

2025



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN
LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS
PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**

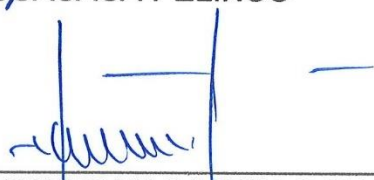
TESIS PRESENTADA POR:

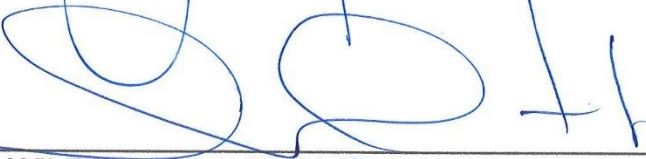
Bach. AMILCAR TICONA QUISPE


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. LEONEZ SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO : 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MAGHACA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS : 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 263-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-2302 presentado por el (la) Bachiller: **AMILCAR TICONA QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **AMILCAR TICONA QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- * **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **AMILCAR TICONA QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miércoles 14 de mayo del 2025
- * **HORA** : 15:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VILMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1940-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 15729 por el señor (a): **AMILCAR TICONA QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1619 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 144 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **AMILCAR TICONA QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 144 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **AMILCAR TICONA QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILITON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraim Castillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1522-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 15671, presentado el señor (a) **AMILCAR TICONA QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 1282-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 156 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **AMILCAR TICONA QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 156 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **AMILCAR TICONA QUISPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



AMILCAR TICONA QUISPE
Dr. **AMILCAR TICONA QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



Efraín Brillo Sosa
Dr. **Efraín Brillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

15%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

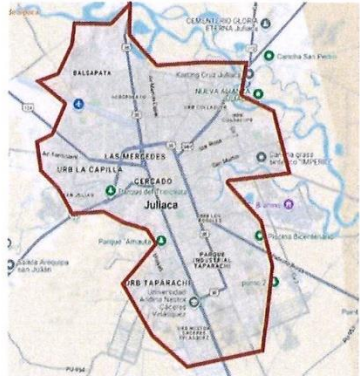
- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez
Trabajo del estudiante | 4% |
| 2 | hdl.handle.net
Fuente de Internet | 2% |
| 3 | DQ ASESORIA & CONSULTORIA E.I.R.L..
"Modificación y Actualización del Plan de Cierre de la Cantera Antigua, Cantera Ayacucho y Cantera Acumulación Puno-IGA0020941", R.D. N° 00029-2022-PRODUCE/DGAAMI, 2022
Publicación | 2% |
| 4 | CONSULTORIA CARRANZA E.I.R.L..
"Actualización del Plan de Manejo Ambiental del DAP de la Planta de Elaboración de Productos de Panadería-IGA0014412", R. D. N° 00160-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2021
Publicación | 1% |

Publicación



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	AMILCAR TICONA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47106270
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-4163-0285
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673

Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Junio 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo AMILCAR TICONA QULSPE, identificado con DNI
Nro. 70203981, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA
ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE
CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 05 de AGOSTO del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, quienes con su apoyo y comprensión me alentaron para formarme en toda mi carrera profesional.



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por darme la oportunidad de formar parte de su comunidad educativa y por haberme permitido crecer académicamente. Igualmente, mi gratitud a los profesores por compartir su sabiduría y motivarme a superarme cada día.



ÍNDICE

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Problema general	1
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Justificación de la investigación.	2
1.3.1. Justificación	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis	3
1.5.1. Hipótesis general	3



1.5.2. Hipótesis específicas	3
1.6. Variables e indicadores	4
1.6.1. Operacionalización de variables	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Antecedente Internacional	5
2.1.2. Antecedente Nacional	6
2.1.3. Antecedente local	7
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Calidad del aire	8
2.2.2. Contaminación del aire	9
2.2.3. Fuentes de contaminantes del aire	10
2.2.4. Dioxido de azufre	13
2.2.5. Monoxido de carbono	17
2.2.6. Material particulado	17
2.2.7. Efectos de la contaminación por material particulado	20
2.2.8. Monitoreo de material particulado	21
2.3. Marco conceptual	21
2.3.1. Calidad del aire	21
2.3.2. Material particulado	22
2.3.3. Material particulado (PM10)	22



2.3.4. Material particulado (PM2.5).....	22
2.3.5. Monóxido de carbono (CO)	22
2.3.6. Contaminación.....	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de la investigación.....	23
3.2. Diseño de investigación	23
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	23
3.4. Lugar de estudio	24
3.5. Población y muestra.....	26
3.5.1. Población.....	26
3.5.2. Muestra.....	26
3.6. Procedimiento metodológico de la investigación	26
3.6.1. Planificación:.....	26
3.6.2. Calibración de Equipos.....	26
3.6.3. Recolección de datos	26
3.6.4. Procesamiento de Datos	29
3.6.5. Análisis Comparativo	30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados y análisis	32
4.1.1. Resultados del primer objetivo: Determinar la concentración de los	



gases en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal.....	32
4.1.2. Resultados del segundo objetivo: Evaluar las concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5) en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal	36
4.1.3. Resultados del tercer objetivo: Comparar los resultados de las concentraciones de SO ₂ , NO ₂ , CO, PM10 y PM2.5 obtenidos en la estación de trasvase con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire", identificando el nivel de cumplimiento ambiental	39
4.2. Discusiones.....	45
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de deposición del SO ₂	16
Figura 2 Finalidad del monitoreo de material particulado	21
Figura 3 HI VOL interior actual del almacén	26
Figura 4 HI VOL zona libre al sur del almacén	28
Figura 5 Concentración de PM ₁₀ vs Normativa	40
Figura 6 Concentración de PM _{2.5} vs Normativa	41
Figura 7 Concentración de Dióxido de azufre vs Normativa	42
Figura 8 Concentración de Dióxido de nitrógeno vs Normativa.....	43
Figura 9 Concentración de Monóxido de carbono vs Normativa	44



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	4
Tabla 2 Clasificación de pH de la lluvia	15
Tabla 3 Materiales y equipos utilizados en nuestro estudio	24
Tabla 4 Georreferenciación de los puntos de muestreo	25
Tabla 5 Analisis de los gases SO ₂ , NO ₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal	32
Tabla 6 Analisis de los gases SO ₂ , NO ₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal	36
Tabla 7 Resultado de los parámetros de calidad de aire	39



RESUMEN

Nuestro estudio tuvo lugar en el almacén de la empresa de Cemento Sur S.a. El objetivo general de nuestra investigación es evaluar la concentración de los gases (SO₂, NO₂ y CO) y Material Particulado en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cemento y Cal. La presente investigación es de tipo aplicada. Se realizó el monitoreo de calidad del aire con la ayuda de los equipos detector de gases y equipo HI -VOL identificamos los puntos de monitoreo, georreferenciamos e instalamos el equipo HI - VOL. Después de ello se obtuvo como resultado en cuanto a gases en Interior del almacén: SO₂ <13 µg/m³; (NO₂) 40 µg/m³ y CO 1,903 µg/m³ y en la Zona libre al sur del almacén. SO₂ 13 µg/m³; (NO₂) 33 µg/m³ y CO 1,920 µg/m³.; en cuanto al material particulado en nuestra investigación se observa que la concentración de material particulado Interior de actual almacén PM₁₀= 26.8 µg/m³; P M_{2.5} = 13.9 µg/m³, y en la Zona libre al sur del almacén PM₁₀= 40.1 µg/m³; P M_{2.5} = 33 µg/m³. como conclusión general se concluye que las concentraciones obtenidas de la evaluación de la calidad del aire en la empresa portland cemento y cal comparado con la normativa el D.S. 003-2017-MINAM cumplen con lo establecido.

Palabras clave: material particulado, contaminación, calidad de aire



ABSTRACT

Our study took place in the warehouse of a Portland cement and lime company. The overall objective of our <X is to evaluate the concentration of gases (SO₂, NO₂ and CO) and particulate matter in the transfer station of the business specialized in the manufacture and marketing of Portland Cement and Lime. This research is of an applicative type. Air quality monitoring was transported out with the help of gas detector equipment and HI-VOL equipment. We identified the monitoring points, georeferenced them and installed the HI-VOL equipment. After that, the following results were obtained regarding gases inside the warehouse: SO₂ <13 µg / m³; (NO₂) 40 µg / m³ and CO 1,903 µg / m³ and in the free zone south of the warehouse. SO₂ 13 µg / m³; (NO₂) 33 µg / m³ and CO 1,920 µg / m³. Regarding particulate matter, our research shows that the transferred of particulate matter inside the current warehouse is PM₁₀ = 26.8 µg/m³; PM_{2.5} = 13.9 µg/m³, and in the free zone south of the warehouse, PM₁₀ = 40.1 µg/m³; PM_{2.5} = 33 µg/m³. As a general conclusion, we conclude that the concentrations obtained from the air quality assessment at the Portland Cement and Lime Company, comparative with the regulations of Supreme Decree 003-2017-MINAM, comply with the established regulations.

Keywords: particulate matter, pollution, air quality



INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental en la atmósfera constituye un desafío de alcance mundial. En nuestro país, la expansión económica reciente se ha cimentado en la demanda intensa de energía y la actividad industrial, que provoca la expulsión de gases con efecto invernadero y partículas finas (PM10 y PM2.5). Estos contaminantes no solo reducen el ambiente atmosférico en las ciudades, sino que también implican un riesgo sanitario para los habitantes de zonas próximas.

Debido a esto, en la nación se han definido parámetros estándar que regulan la cuantía de poluciones en la atmósfera, denominados ECA, asegurando que su cumplimiento no implique riesgos para el entorno ni para el desarrollo humano (Ministerio del Ambiente, 2014).

El objetivo principal de este estudio fue evaluar las concentraciones resultantes de la empresa portland cemento y cal para conocer si están dentro de los ECA para aire.

De acuerdo con las normativas establecidas por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, se presentan los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, Se desarrolla el asunto del planteamiento del problema, objetivo y hipótesis

En el Capítulo II, se trata el contenido relacionado con el marco teórico (estudios previos y bases conceptuales).

En el Capítulo III, acerca de la metodología, las técnicas y los recursos empleados en la investigación; incluyendo población muestra y metodología

En la sección IV, Se manifiestan los resultados alcanzados juntamente con las discusiones.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

La condición del aire es un factor fundamental para la existencia del ser humano. Preservar su pureza con el paso de los tiempos fue un desafío inalcanzable para las sociedades. Hasta el momento, no se ha identificado una estrategia eficiente para combatir la polución del aire, generada por múltiples fuentes, tanto naturales como humanas, lo que ha agravado su contaminación. Los principales emisores de polución atmosférica provocada por el hombre incluyen diversas fábricas, la cría de ganado, el tránsito de vehículos y otros, que desprenden compuestos y partículas como metano, CO, NO, dióxido de carbono, SO₂ y átomos en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5}).

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las condiciones de calidad del aire en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal en Juliaca 2024?



1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las concentraciones de gases (SO_2 , NO_2 y CO) emitidos en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal en Juliaca?
- b) ¿Cuál será la concentración de material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal en Juliaca?
- c) ¿En qué medida las concentraciones de SO_2 , NO_2 , CO , PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal en Juliaca, cumplen con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM?

1.3. Justificación de la investigación.

1.3.1. Justificación

La evaluación que llevamos a cabo es fundamental para realizar investigaciones que determinen la cantidad de gases nocivos y sólidos en suspensión atmosférica generadas por las diligencias de la compañía. También podría ser beneficiosa para diseñar medidas preventivas y correctivas en la condición del aire que favorezcan el desempeño de los ECA, pues la reunión de estos elementos puede ocasionar repercusiones perjudiciales en el entorno y en la salubridad de los trabajadores en las compañías evaluadas

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad del aire en la estación de trasvase de la empresa



especializada en la fabricación y comercialización de cementos y cal en Juliaca, 2024, utilizando equipos de monitoreo calibrados

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la concentración de los gases en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos y Cal
- b) Evaluar las concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5) en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal
- c) Comparar los resultados de las concentraciones de SO₂, NO₂, CO, PM10 y PM2.5 obtenidos en la estación de trasvase con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire", identificando el nivel de cumplimiento ambiental

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La concentración de los gases (SO₂, NO₂ y CO) es significativa en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal, Juliaca

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) La concentración de los gases SO₂, NO₂ y CO en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal es significativa
- b) La concentración de material particulado en la estación de trasvase de la



empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal es significativa

- c) Los resultados de los parámetros de Calidad de Aire superan los estándares establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	
VARIABLE DE INTERES Calidad de Aire		✓ Buena	✓ Cumple la norma	
		✓ Mala	✓ Cumple parcialmente	
		✓ Regular	✓ No cumple	
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN				
	- Concentración De Gases	✓ Monóxido de carbono	✓ CO	✓ ug/m3
		✓ Dióxido de azufre	✓ SO ₂ ,	✓ ug/m3
		✓ Dióxido de carbono	✓ CO ₂	✓ ug/m3
	- Concentración De Material Particulado	✓ Material particulado 2.5	✓ PM 2.5	✓ ug/m3
		✓ Material particulado 10	✓ PM10	✓ ug/m3



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedente Internacional

Pioni et al. (2023) en su investigación "Monitorearon y modelado de la calidad del aire en áreas industriales" analizaron la calidad del aire en áreas industriales y detectaron que los valores de SO_2 presentes superaban los límites recomendados, especialmente en zonas de riesgo. Este estudio, destaca la problemática de la contaminación industrial Y la repercusión en el bienestar humano y el entorno natural. Metodología: Los autores emplearon estaciones de monitoreo continuo (CEMS) y datos satelitales para validar los modelos, midiendo concentraciones durante períodos representativos (24 horas, estacionales). Se destacaron técnicas de calibración de equipos para garantizar la precisión, un aspecto relevante para tu uso de equipos calibrados. Resultados Principales: Se encontró una reducción del 18% en las emisiones de SO_2 entre 2020 y 2022 debido a la Directiva de Emisiones Industriales (IED), pero los niveles de CO permanecieron elevados en puntos de trasvase debido a ventilación inadecuada. Los modelos predijeron que las concentraciones de NO_x podrían exceder los límites de la UE ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual) en un 15% cerca de fuentes industriales.



Pant et. al (2021) en su investigación, ofrece una revisión exhaustiva de la inhalación al material particulado (PM10 y PM2.5) en India, integrando datos de monitoreo, modelado y estudios epidemiológicos. Los autores analizan las fuentes principales de PM, como industrias (incluyendo plantas de cemento), vehículos y quema de biomasa, y exploran su relación con las emisiones tóxicas tales como SO₂ y NO_x, que a menudo coexisten con partículas en emisiones industriales. El estudio se centra en ciudades como Delhi, Mumbai y Kolkata, pero también incluye áreas industriales rurales. Metodología: Los autores combinaron datos de estaciones de monitoreo fijas (CPCB) con modelos de dispersión como ATMoS, utilizando muestreadores de alta volumetría y análisis químico para caracterizar la composición del PM. Se recopiló datos de 2020, con énfasis en períodos de alta contaminación (invierno). Se obtuvieron resultados como las concentraciones de PM2.5 y PM10 hasta un 50% por encima de los valores normativos nacionales (NAAQS: PM10 60 µg/m³, PM2.5 42 µg/m³ anuales) en áreas industriales en 2020, asociadas a la quema de carbón de baja calidad en plantas de cemento. Los niveles de SO₂ y NO_x se correlacionaron positivamente con el PM, sugiriendo emisiones combinadas. La exposición se vinculó a 1.2 millones de muertes prematuras anuales en India.

2.1.2. Antecedente Nacional

Carrasco & Fernández (2024) en su tesis tuvieron como objetivo ejecutar un estudio de los paralelismos de átomos suspendidas PM2,5 y PM10 originadas de orígenes específicas y difusas para calcular el ICA de la compañía moledor Induamerica Trade S.A. Para medir las reuniones de materiales particulados dentro del moledor, se seleccionaron 5 pts. de muestreo, teniendo en consideración factores como las zonas con mayores emisiones de átomos, el tiempo que los empleados permanecen en las áreas alejadas y la trayectoria de los vientos. Asimismo, se



realizó un sondeo a 80 empleados para asemejar y analizar las tareas que realizan y su condición sanitaria. En el proceso de fabricación de la compañía, se detectaron 4 pts. críticos de emisión difusa y seguida de partículas suspendidas. El promedio de reunión de PM10 fue de $55,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para PM2,5 fue de $28,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos valores no sobrepasaron los valores LMP conforme al D.S. N° 003-2017-MINAM, pero sí los umbrales definidos por la OMS.

Pérez (2023) en su tesis tuvo el objetivo de medir la reunión de CO y materiales particulados (PM10 y PM2.5). El estudio adoptó un enfoque no experimental, pues se recopilaban datos de campo sobre los métodos fructíferos, el personal de adeudo y las medidas analizadas (PM10, CO y PM2.5), sin intervenir en las variables para conseguir las derivaciones. Para la medición de las poluciones se empleó el módulo Qhawax, persiguiendo el procedimiento determinado en el PNCA del Aire como el Ministerio del Ambiente (2019). Los valores promedio conseguidos de Las emisiones expresadas por las dos industrias fueron los subsiguientes: PM10 ($29,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), CO ($3\ 216,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y PM2.5 ($9,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en el aserradero Vásquez; y en el aserradero Maderera Marañón existieron: PM10 ($28,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), CO ($3\ 731,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y PM2.5 ($8,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$), todos ellos por abajo de los ECA para Aire concretos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

2.1.3. Antecedente local

Avila & Alata (2022) en su tesis tuvieron como objetivo fijar la distribución de las reuniones de Materiales Particulados menores a $10 \mu\text{g}$ (PM10) producidas por la Manufactura de Cemento y Cal en el área de Caracoto – Puno, para las estaciones de invierno y calor del año 2020. Con este objetivo, se empleó el modelo gaussiano en el software Matlab 7.0 para establecer las dispersiones de PM10. En este



proceso, se ejecutó el procesamiento de los datos meteorológicos y se crearon gráficos de corrientes correspondientes a los meses clave de invierno y calor de 2020. Conjuntamente, se identificaron los elementos del cetro industrial, tales como la correa porteadora, el horno rotatorio, la zaranda vibrante, la chancadora de martillos, el precalentador y el molino de petcoke, los cuales producen las mayores reuniones de PM10. De igual manera, se empleó la base de datos AP-42 de elementos de manifestación de poluciones atmosféricas proporcionada por la EPA para la apreciación de emisiones a través de la fórmula de factor de manifestación. Las derivaciones indican que la reunión máxima de inmisión de PM10 es de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante las temporadas de invierno y calor, proporcionalmente, en un radio de influencia de 4 km, superando elocuentemente los ECA para la Corriente (D. S. N° 004-2017-MINAM), con picos máximos de hasta un 200% y un 120%. De igual manera, se estableció que el PM10 podría afectar en un rango de hasta 4 KM con reuniones de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las temporadas de invierno y calor, individualmente, a partir de la fuente emisora. En consecuencia, se ultima que las dispersiones del PM10 puede lograr un área de influencia promedio de 4 KM, por lo que se recomienda construir viviendas a un recorrido superior a 4 000 m de la fuente de manifestación, con el fin de resguardar a la comunidad y al ambiente de posibles daños.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del aire

La calidad del aire interior es de importancia crítica porque muchas personas, especialmente los jóvenes y los ancianos, pasan una gran cantidad de tiempo dentro de los hogares o las escuelas. El lugar de trabajo, ya sea el edificio de oficinas o las instalaciones de una fábrica, también son un escenario potencial para la exposición



a productos químicos peligrosos. La tabla a continuación enumera algunas fuentes de contaminantes del aire interior; La ventilación inadecuada del ambiente interior puede causar la acumulación de sustancias químicas liberadas por los productos de consumo. El humo de estufas de leña y chimeneas igualmente puede aportar significativamente a la degradación ambiental del aire exterior en la comunidad local. (Gilbert, 2016)

2.2.2. Contaminación del aire

A partir de un enfoque histórico, es posible señalar que la polución del aire es una problemática que ha persistido a lo largo de muchos siglos y puede localizarse su origen con el primer desarrollo técnico del hombre, cual fue el uso de fuego. Por una simple consideración se puede suponer que jamás ha existido una atmosfera verdaderamente libre de contaminación. (Radrihan Lacoste, 1971)

La perturbación de las proporciones químicas naturales en la atmósfera, conocida como contaminación del aire, se ha integrado a nuestra cotidianidad. En nuestras actividades diarias, como la construcción de viviendas, el desplazamiento, la provisión de energía y otras acciones, contribuimos de manera constante a modificar las manifestaciones habituales de gases y partículas existentes en el aire. (Gilbert, 2016)

Es la existencia en el aire exterior de uno o más agentes contaminantes, ya sean gaseosos, particulados o una mezcla de ambos, en reuniones y periodos de exposición que, a largo o corto plazo, pueden perjudicar la salubridad humana, la fauna, la flora o los bienes materiales. (Kenneth Wark, 1998)

Se estima que 3.000 millones de individuos, en su mayor parte en patrias



pobres y en desarrollo, usan leña, estiércol de animales, desechos de cosechas o carbón para calentar y cocinar en sus domicilios. Esto expone a mujeres, varones y niños a niveles excesivos de partículas suspendidas, lo que aumenta la probabilidad de EPOC y neumonía; los niños son particularmente susceptibles y puede ocasionar la muerte prematura. (Gilbert, 2016)

2.2.3. Fuentes de contaminantes del aire

Las poluciones pueden ingresar a la atmósfera a partir de fuentes nativas o artificiales. El aire siempre transporta elementos contaminantes de origen natural, como esporas, moho, polen, hongos, levaduras y bacterias. Fenómenos como incendios forestales, tormentas, erupciones volcánicas y periodos de sequía generan humo, aerosoles y demás compuestos que se incorporan al ambiente. No obstante, la polución de origen nativo es mínima en comparación con el impacto de las poluciones procedentes de las diligencias humanas.

Las fuentes más relevantes de poluciones artificiales provienen de la incineración de combustibles fósiles, especialmente el C; las manifestaciones industriales de fundiciones, acerías y demás fábricas, conjuntamente de los gases liberados por vehículos terrestres y aéreos. Entre las poluciones primordiales originados por estas diligencias se encuentran el NO_2 , el SO_2 , las partículas suspendidas, el CO, los hidrocarburos, el ozono, los aerosoles ácidos de nitratos y sulfatos y los metales sólidos. Si bien las manifestaciones generadas por las industrias químicas podrían influir en las zonas cercanas a su punto de origen, su impacto en la polución a nivel regional no es tan significativo como el de las fuentes previamente mencionadas. (Etze & French, 2000)

De acuerdo con (Saavedra Vargas, 2014), los focos de polución del aire



pueden clasificarse en dos categorías según su procedencia:

2.2.3.1. Fuentes naturales

Incluyen las liberaciones de sustancias poluentes producidas por los procesos naturales de la biosfera, hidrosfera y geosfera. Entre ellas se destacan:

- Erupciones volcánicas: Liberan en la atmósfera agregados sulfurosos y una gran cuantía de moléculas que se propagan debido a la acción de la corriente, transformándose en una de las primordiales fuentes de polución.
- Igniciones forestales: Aquellos que ocurren de manera nativa y generan elevadas emisiones de NO, CO₂, humo, cenizas y polvo.
- Procesos biológicos: Como la respiración, que aumenta los rangos de CO₂ en la aire; la floración y reproducción de plantas anemófilas (aquellas que dependen del viento para su polinización), como las gramíneas, las arizónicas y los olivos, cuyos granos de esporas y polen, al acumularse en el viento, se transforman en una de las primordiales causas de alteraciones pulmonares reconocidas como polinosis; además, la descomposición anaeróbica de materia orgánica libera grandes cantidades de metano (CH₄), entre otros.
- Descargas eléctricas: Originadas en el transcurso de las tormentas, provocando la creación de NO al enmohecer el nitrógeno presente en la atmósfera.
- El océano: El cual libera una gran cuantía de partículas salinas hacia el aire

2.2.3.2. Fuentes artificiales o antropogénicas

Deriva de las intervenciones personales, siendo la gran parte originada por el



consumo de hidrocarburos inflamables (carbón, petróleo y gas). Las primordiales diligencias que crean polución del aire incluyen las siguientes:

- En la vivienda: La usanza de sistemas de calentador y demás dispositivos hogareños que esgrimen como origen de calor combustibles fósiles. El nivel de polución se ajusta según la naturaleza de fuente de polución, así como el boceto y la fase de mantenimiento de los instrumentos ejecutados.
- En el transporte: Las manifestaciones derivadas de la quema de combustible en los vehículos liberan una gran cuantía de poluciones en el aire, habiendo sido el auto y el aeroplano los que provocan gran nivel de polución. En el caso determinado de los automóviles, el grado de polución depende del tipo de combustión empleado, el espécimen de motor, la usanza de sistemas catalíticos y la congestión del caos vehicular.
- En el sector industrial: La polución atmosférica en esta área pende de la clase de diligencia que se lleve a cabo, habiendo las plantas térmicas, fábricas de cemento, industrias siderúrgicas, minas, papeleras y químicas las que más contribuyen a la polución.
- En la agronomía y la ganadería: La usanza intensiva de abonos y la alta reunión de ganados bovinos genera un incremento en las emisiones de gases del calentamiento global, como el CH_4 .
- En el procesamiento de restos sólidos: La quema de desechos son procesos comunes que afecta negativamente la condición del aire.

Es importante destacar que las manifestaciones de fuente nativo son más altas a nivel mundial, en tanto que las manifestaciones de procedencia humana poseen un impacto a nivel regional o local. La polución antropogénica posee mayor



relevancia por concentrarse en áreas geográficas específicas, como zonas urbanas o industriales, en la que se aumenta la reunión de poluciones que pueden reaccionar entre sí, generando nuevos agregados, y en la que la flora es limitada.

De acuerdo con Caminos et al. (2007), las fuentes de origen humano se pueden dividir en 2 categorías principales, clasificadas según su capacidad de movimiento, en las que se contienen las fuentes estables y las fuentes móviles.

- Fuentes móviles: Liberan poluciones mientras están en desplazamiento. Un ejemplo típico de estas fuentes son los medios de movilidad urbana, como tráileres, buses, coches, etc.
- Fuentes estables: Son aquellas que persisten en un solo lugar, como las plantas termoeléctricas, fábricas, entre otras.

2.2.4. Dioxido de azufre

Entre las poluciones primarios se encuentra el SO_2 , un gas sin color, no explosivo y inflamable, podría ser identificado a través del gusto en reuniones de 0.3 a 1.0 ppm en el aire.

Cuando las reuniones superan los 3.0 ppm, el gas posee un aroma fuerte y molesto. El SO_2 se transforma en parte en SO_3 y posteriormente en H_2SO_4 y sus compuestos por medio reacciones fotoquímicas o catalíticas en el aire. El SO_3 reacciona con la condensación del viento para constituir ácido sulfúrico.

Los SO_2 , al reaccionar con la condensación y las partículas presente en el aire, generan los efectos más nocivos asociados a la polución atmosférica (Kenneth Wark, 1998)



Debido a su apariencia de neblina, esta polución se denomina smog húmedo.

Los volcanes son la principal fuente de SO_2 en Perú, y para ello existe una red de control de SO_2 que utiliza digitación automática DOA y expedición de investigación a través de telemetría. (Masías & Apaza, 2018)

Respecto a las emisiones de origen humano, es importante destacar que provienen principalmente de la quema de combustibles que poseen S, siendo los primordiales emisores los puntos de ignición fija, y otro conjunto relevante son las aportaciones de la industria vehicular.

Conjuntamente, existen otros focos relevantes que emiten SO_2 y partículas suspendidas al entorno, los cuales deben ser estudiados, como las emisiones provenientes de las industrias que esgrimen combustibles altamente contaminantes, que sujetan azufre en su composición con el fin de generar energía. Las empresas predominantes en el área de Huachipa son las fábricas de ladrillos, diversas de ellas ilegales y sin control ambiental sobre sus manifestaciones. Diversos estudios han evaluado el impacto de estas actividades, afectando a la población con males respiratorias, gastrointestinales y visuales. (Iparraguirre & Valdivia, 2018)

Uno de los inconvenientes más críticos relacionados con las reacciones de los SO es la precipitación agría. El nivel de pH del H_2O de aguacero varía entre 5.5 y 5.7, lo cual es mínimo al pH colindante a 7 de las gotas de H_2O hechas por la humedad en el aire. La lluvia ácida posee un pH algo más bajo que la lluvia habitual, situándose en un intervalo de 4 a 5 o inclusive menor. El Instituto de Hidrología de Colombia ofrece una categorización que permite analizar el agua de precipitación, lo cual se puede consultar en la Tabla 4.

Tabla 2*Clasificación de pH de la lluvia*

pH	Clasificación de la lluvia
pH > 5.6	Lluvia no ácida
4.7 < pH < 5.6	Lluvia ligeramente ácida
4.3 < pH < 4.7	Lluvia medianamente ácida
pH < 4.3	Lluvia fuertemente ácida

Nota. Presenta los valores de pH en el agua de precipitaciones. Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales, Colombia

Es importante tener en cuenta que el aguacero ácido no se origina únicamente por las manifestaciones de SO_2 al ambiente, asimismo contribuyen demás gases como los NO_2 y la existencia de SO_2 , las cuales se ionizan en parte para librar un ion hidrógeno, lo que provoca una disminución del pH.

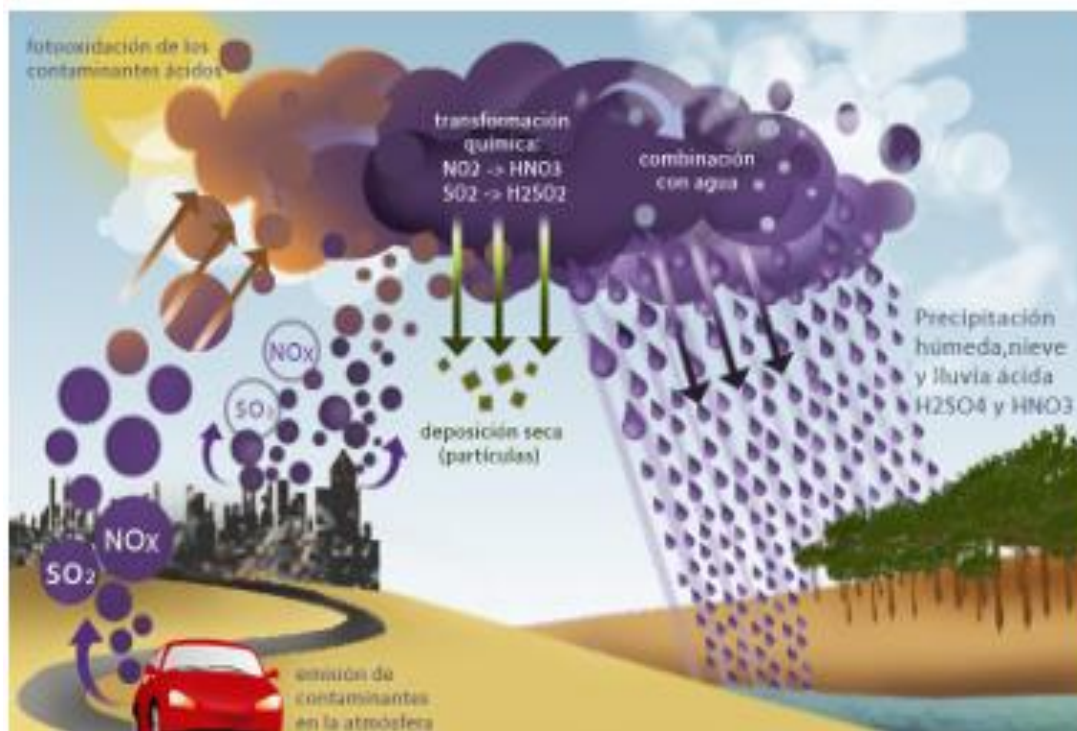
Conjuntamente, dentro del estudio se llega a la terminación de que el primordial causante del aguacero ácido es el NO_x , antes que el SO_2 . (García, y otros, 2006)

En la atmósfera tienen lugar diversos cambios en los gases; el SO_2 , un elemento de los ciclos del azufre, y los N_2O_5 del ciclo del N, se mezclan en el aire, al igual que los SO. La radiación solar actúa como pedal en las reacciones. Los óxidos de azufre se transforman junto con los NO_2 en (HNO_3 , H_2SO_4 y el dióxido de carbono en H_2CO_3 . Durante los procesos de conversión de estos gases, una parte

se deposita en la superficie terrestre como pequeños átomos (nitratos y sulfatos) y otra como precipitaciones secas.

Figura 1

Ciclo de deposición del SO₂



La combustión de combustión fósil para producir energía eléctrica. 2 tercios del SO₂ y una cuarta parte del NO_x en el aire se originan en plantas creadoras de energía eléctrica.

- ✓ Manufactura, refinerías de petróleo y demás industrias.
- ✓ Vehículos y equipo pesado.

Entre los impactos negativos de la lluvia ácida que resultan especialmente alarmantes, se encuentra la acidificación de fuentes de H₂O, la cual no puede ser valorada en el área de análisis a causa de la separación de cuerpos de H₂O con flujo constante.



Asimismo, se observa el impacto en los ecosistemas, incrementando la acidez del suelo, alterando su composición química y lixiviando nutrientes esenciales para las vegetaciones, como el Mg, el Ca y el K. (Orozco, 2002).

2.2.5. Monóxido de carbono

El CO es un gas contaminante que se considera una de las principales impurezas en la atmósfera del planeta, originado por las combustiones parciales de MO, o sea, cuando la proporción de oxígeno disponible es escaso. Una de sus importantes orígenes son los procedimientos industriales que manejan compuestos carbonados, aplicando diversos procesos tóxicos que exponen sus posibles consecuencias dañinas en la salubridad de las personas. (Tellez, 2006)

2.2.6. Material particulado

La CEPAL (CEPAL, 2017) menciona que los materiales particulados se conforman por un conjunto de microscópicas átomos líquidas y sólidas que permanecen suspendidas en la corriente. De acuerdo con (Salinas, 2010) poseen distintas propiedades químicas, físicas y volumétricas, según el origen de manifestación.

(Arciniégas, 2012) mantiene que, a nivel global, los agentes polucionantes de la corriente, como materiales particulados PM_{2,5} y PM₁₀, han generado gran inquietud a causa del incremento ocasionado por las acciones humanas e inclusive fenómenos naturales. Estos conservan propiedades anatómicas, químicas y físicas que, al entrar a la corporación, pueden acopiar en distintos tejidos y producir afecciones. Asimismo, su existencia en el aire genera consecuencias perjudiciales en la flora, como la reducción de la eficiencia fotosintética de hojuelas, además de la merma en la visibilidad meteorológica.

(Mosqueira, 2019) sostiene que los materiales particulados son responsables de efectos dañinos en el ADN, cancerígenos y mutagénicos; estos impactos están relacionados con la salubridad pectoral de los individuos. Investigaciones epidemiológicas han demostrado que las exposiciones a altas reuniones de este compuesto provocan padecimientos como el asma, la mengua de la cabida pulmonar y la reducción de la marea espiratoria máxima (García, y otros, 2006)

- **Clasificación del material particulado**

(Garrido & Camargo, 2012) sostienen que los átomos inhalables se catalogan en secundarias y primarias. Las primarias son liberadas derechamente al entorno y guardan su estructura y composiciones químicas. En cambio, las secundarias son tan diminutas que suelen interactuar en el aire y sufrir transformaciones físico-químicas. La OMS (OMS, 2005) y la CEPAL (CEPAL, 2017) dividen los materiales particulados como su dimensión, en material fino ($2,5 \mu\text{m}$) y fornido ($10 \mu\text{m}$). Una categorización análoga es propuesta por la SMARN (SENARNAT, 2013)

El PM₁₀ es un conjunto de átomos finas con 1 diámetro inferior a $10 \mu\text{m}$. Esta polución afecta las vías pectoral superiores, logrando depositarse en la laringe o en los conductos.

El PM_{2.5} son los materiales particulados más diminuto, con un \varnothing menor a $2,5 \mu\text{m}$ cras. Esta polución puede llegar a las áreas más profundas del sistema pectoral, e incluso penetrar en el torrente sanguíneo por medio de los alvéolos pulmonares, lo que puede ocasionar problemas respiratorios y trastornos persistentes.

- **Fuentes de liberación de material particulado**

La EPA, (1998) indica que los orígenes emisores de materiales particulados se pueden dividir en orígenes exactas y orígenes de área:

- **Fuentes de punto.** Estos son característicos de establecimientos industriales, servicios públicos productivas y agroindustriales.

- **Fuentes de zona.** Se diferencian por ser descargas originadas y dispersadas en el medio terrestre (agronomía, automóviles, labores de edificación, calzadas). En los dos escenarios, se puede aludir que hay manifestaciones inadvertidas que contribuyen con átomos PM10 y MP2,5.

(Rojano, Angulo, & Restrepo, 2015) indican que las causas de polución del aire por átomos suspendidas y demás compuestos como ozono, monóxido de carbono, NO₂, metales sólidos y NO poseen su origen en fuentes móviles, estáticas y nativas.

- **Fuentes estáticas.** Abarca un conjunto de fuentes clasificables en (a) fuentes territoriales: canteras, minas, áreas mecánicas; (b) localizables y territoriales: manufacturas de bienes minerales y químicos; (c) fuentes urbanas: inmuebles, quemadero de desechos, conductos para humos de fogones y centros de procesamiento de aguas.

- **Fuentes móviles.** En este espacio se localizan primariamente todo tipo de automóviles.

- **Fuentes naturales.** Se hallan en áreas rozadas, emisiones volcánicas, polvillo y demás elementos.



2.2.7. Efectos de la contaminación por material particulado

Las partículas suspendidas forman parte del conjunto de las poluciones principales, entre los cuales se hallan: el NO₂, el ozono, el monóxido de carbono, el NO₂ y el Pb; estos elementos son nocivos para los ecosistemas y la salubridad humana. Las partículas suspendidas PM₁₀ es considerado una contaminación clave, ya que causa asma y problemáticas cardiovasculares y respiratorios; la exposición dilatada puede aumentar la morbilidad y mortalidad en las personas. Por otro lado, los PM_{2,5} propensa a generar demás padecimientos y a conmovier la salubridad de los embriones en mujeres embarazadas (SENMARNAT, 2013).

Como SENMARNAT (2013), la polución por partículas no exclusivamente es detectada por los seres humanos, sino también por los entornos. Por ejemplo, el polvo puede obstruir las estomas de las hojuelas y alterar la fotosíntesis, mientras que la polución secundaria puede afectar la nutrición de las floras, acelerar la corrosión y acidular el H₂O debido a la presencia de átomos ácidos. Dalmaso et al. (1997) coinciden con esta opinión, señalando que los efectos del polvo en la atmósfera provocan bloqueo de las estomas, disminución de la fotosíntesis y falta de desarrollo.

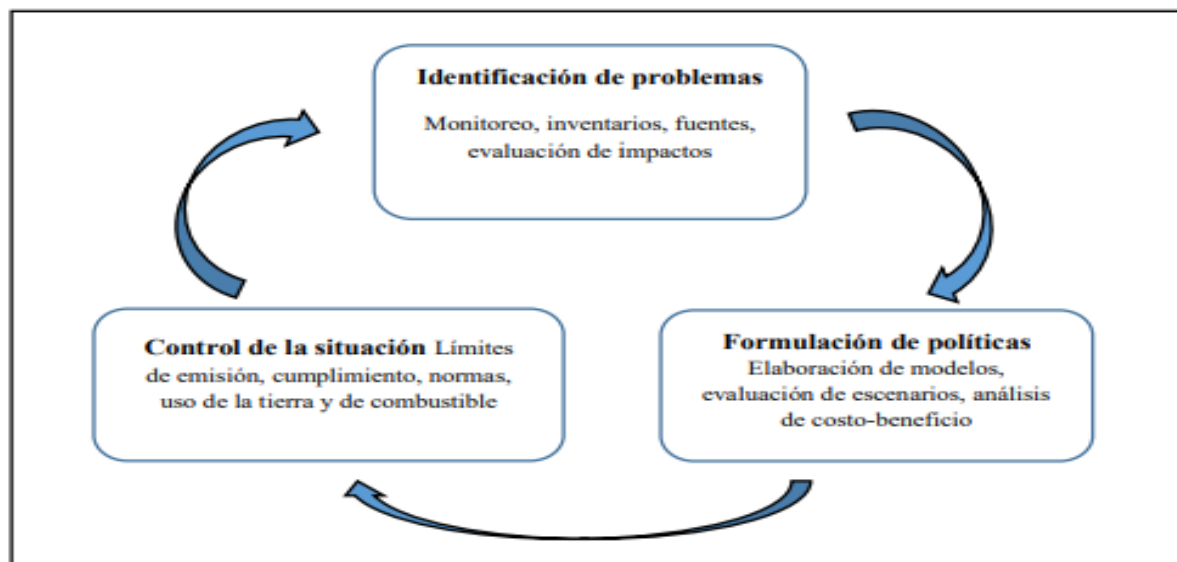
Garrido y Camargo (2012) se sostiene que la existencia de partículas suspendidas en la corriente implica un peligro para la salubridad pública debido a las alteraciones que ocasiona al ser inhalado. Este mismo enfoque es respaldado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), que alude que las rutas pectorales son el punto de entrada a la corporación humana, y que esto se empeora aún más dependiendo de la dimensión del átomo, pues, cuanto más minúscula sea, más sencillo es eludir las barreras de protección del sistema respiratorio.

2.2.8. Monitoreo de material particulado

Herrera (2018) expone que el seguimiento del aire tiene un rol decisivo para establecer referencias sobre el estado de la condición de la corriente; o sea, es esencial crear conexiones entre las reuniones de polución y los efectos en la salubridad de los individuos, para identificar el tipo de polución y su fuente de manifestación y sugerir acciones correctivas. La OMS (2005) afirma que el objetivo de un monitoreo de la condición de la corriente es proporcionar datos que ayuden a los encargados en la planificación y creación de habilidades que orienten las gestiones y la fundación de metas claras para el control de escenarios que se presenten en espacios exteriores e interiores.

Figura 2

Finalidad del monitoreo de material particulado



Nota: Finalidad de monitoreo Herrera (2018)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Calidad del aire

Indica el grado en que el aire está libre de contaminantes y, por tanto, en condiciones adecuadas para ser inhalado (INEI, 2014)



2.3.2. Material particulado

Representa una señal de cuando la corriente está libre de impurezas atmosféricas y, en consecuencia, seguro para ser inhalado (MINAM, 2014)

2.3.3. Material particulado (PM10)

Se trata de una combinación de diminutos átomos sólidos y gotas líquidas flotando en el aire. (Tzintzun, 2005)

2.3.4. Material particulado (PM2.5)

Son átomos con un \varnothing de 2.5 μm o inferior, cuyo grado de indetectabilidad añade un componente extra a la transcendencia que se debe atribuir a estos átomos (Soler Palau, 2020).

2.3.5. Monóxido de carbono (CO)

Se trata de un gas sin coloración, ni olor, pero altamente tóxico, que, dependiendo de su nivel de reunión en la corriente y la persistencia de las exposiciones, puede generar efectos adversos rápidos en la salubridad

2.3.6. Contaminación

Se refiere a la existencia en el corriente de hedores desagradables y componentes dañinos, en cuantías lo justamente sublimes como para generar impactos nocivos en la salubridad, la ecología y las construcciones.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de la investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, porque tiene como propósito generar conocimiento práctico a través de la valoración de los gases y materiales particulados. Este estudio ayudará a optimizar la condición de existencia de los residentes.

3.2. Diseño de investigación

La investigación se basó en un diseño no experimental transversal

3.3. Técnicas de recolección de datos

Se efectuó la recogida de datos+ por medio del registro de partículas suspendidas utilizando un instrumento portátil (HI-VOL) con inspección de caudal volumétrico, modelo Hi Vol-PM10, marca TISCH. Además, se realizó la inspección de cada gas. La pesquisa obtenida se almacena en la memoria del equipo y prontamente se traslada a un sistema de gestión de datos en Excel.



3.3.1. Instrumentos:

En el desarrollo del análisis se esgrimieron los siguientes insumos, instrumentos y sustancias químicas:

Tabla 3

Materiales y equipos utilizados en nuestro estudio

MATERIALES

- GPSMaps Garmin
- Libreta de campo.
- Software INFOSTAT
- Sensor de CO que utiliza el método de análisis GSE (Gas Sensitive Electrochemical) con un rango de 0 – 25 mg/L.
- Cámara fotográfica
- 01 impresora
- EQUIPO HI -VOL
- Sensor de CO₂ que utiliza el método de análisis NDIR (Non-Dispersive Infra-Red) con un rango de 0 – 2000 mg/L.
- Sensor de SO₂ que utiliza el método de análisis GSE (Gas Sensitive Electrochemical) con un rango de 0 – 10 mg/L

3.4. LUGAR DE ESTUDIO

Esta investigación realizada se dio en la empresa cementos portland y cal.

(Cemento Sur S.A.)

3.4.1. Ubicación de puntos de muestreo

Tabla 4

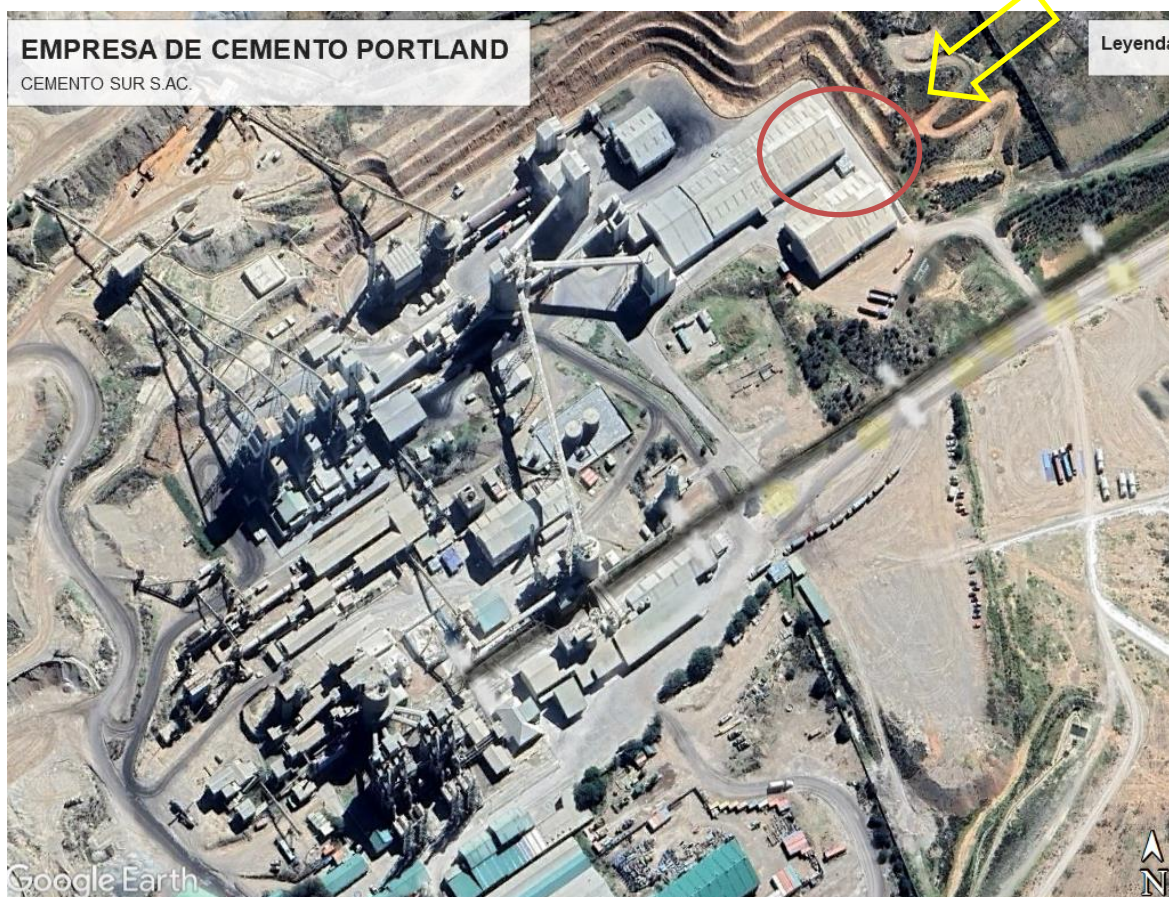
Georreferenciación de los puntos de muestreo

Código de Estación	Coordenadas UTM WGS-84		Descripción
	Norte	Este	
E-01	8277481.92	380815.69	Interior de actual almacén
E-02	827744.16	380825.50	Zona libre al sur del almacén

Nota: en la tabla se manifiestan la localización

Figura 3

Ubicación del punto de muestreo



3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo integrada por el material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ y presencia de gases, detectado en interiores donde se llevan a cabo actividades productivas con maquinaria y equipos, además de en zonas externas.

3.5.2. Muestra

Para la recolección de muestras de material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ se fijaron 2 puntos de muestreo (P1, P2) en la parte interna de la industria y externa.

3.6. Procedimiento metodológico de la investigación

3.6.1. Planificación:

- Coordinar con la empresa para acceder a la estación de trasvase y obtener registros de 2024.
- Identificar puntos de muestreo con base en mapas de la planta y actividades críticas (e.g., zonas de polvo o emisión).

3.6.2. Calibración de Equipos

Calibrar analizadores y muestreadores antes de cada campaña, verificando su precisión con estándares certificados

3.6.3. Recolección de datos

Se realizó 3 muestreos en 2 puntos durante 24 horas.

3.6.3.1. Procedimiento de Muestreo

a) Preparación:

- Pese los filtros en una balanza analítica (precisión ± 0.1 mg) en un ambiente



controlado (temperatura 20-25°C, humedad <50%) antes y después del muestreo, siguiendo el método gravimétrico de la EPA.

- Instale el filtro en el cabezal y conecte el equipo a una fuente de energía estable (e.g., generador si no hay electricidad en sitio).

b) Muestreo:

- Inicie el equipo durante 24 horas continuas por punto de muestreo, registrando el volumen total de aire aspirado (e.g., ~1,600 m³ por muestra).
- Realice 3 ciclos diarios (mañana, tarde, noche) en cada uno de los 12 meses de 2024, totalizando 180 muestras anuales.
- Anote condiciones meteorológicas (viento, temperatura) y operativas (horas de trasvase) durante cada sesión.

c) Recolección:

- Retire el filtro con pinzas y almacénelo en una caja sellada para evitar contaminación.
- Transporte a un laboratorio para análisis gravimétrico.

3.6.3.2. Análisis de datos

a) Cálculo de Concentraciones:

- Pese el filtro post-muestreo y calcule la masa de partículas capturadas (mg).
- Efectúe la división del peso entre el volumen de aire muestreado (m³) para obtener la concentración (µg/m³).
- Ejemplo: Si se capturan 50 mg en 1,600 m³, la concentración es 31.25 µg/m³.

b) Validación:

- Compare con duplicados (10% de las muestras) para asegurar precisión $<\pm 5\%$.
- Ajuste por condiciones locales usando factores de corrección de altitud.

3.6.3.3. Mantenimiento y Seguridad

- Limpie el cabezal y el filtro tras cada utilización, con el fin de prevenir la transferencia de contaminantes.
- Use equipo de protección personal (máscaras N95, guantes) debido a la exposición a polvo de cemento.
- Realice mantenimiento mensual (revisión de la bomba, reemplazo de piezas desgastadas).

Figura 4

HI VOL zona libre al sur del almacén



Para el siguiente objetivo que es la evaluación de concentración de gases se efectuó empleando sistemas de muestreo capaces de recoger un contaminante individual mediante su captación en una solución absorbente, operados con una bomba de succión y tiempos de muestreo y flujo específicos para cada parámetro.

Figura 5

Interior de almacén



3.6.4. *Procesamiento de Datos*

Correlacionar concentraciones con variables de caracterización usando software estadístico Software INFOSTAT.

3.6.5. Análisis Comparativo

- ✓ En cuanto al último objetivo se realizó el cotejo con los estándares de calidad ambiental para aire (D.S. N° 003-2017-MINAM)

Parámetro	Período	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis
BENCENO (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)	24 horas	250	NE por encima de 7 veces en el año	Fluorescencia ultravioleta (Sistema de medición automática)
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)	1 hora	200	NE por encima de 24 veces en el año	Quimioluminiscencia (Sistema de medición automática)
	Anual	100	Media aritmética anual	
MATERIAL PARTICULADO CON DIÁMETRO MENOR A 2,5 MICRAS ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	NE por encima de 7 veces en el año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
MATERIAL PARTICULADO CON DIÁMETRO MENOR A 10 MICRAS (PM_{10})	24 horas	100	NE por encima de 7 veces en el año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
MERCURIO GASEOSO TOTAL (Hg) [2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Técnica de fluorescencia atómica por vapor frío (CVAFS) o Técnica de absorción atómica con corrección Zeeman. (Sistema de medición automática)
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	1 hora	30000	NE por encima de 1 vez en el año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Sistema de medición automática)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
OZONO (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria. NE por encima de 24 veces en el año	Fotometría de absorción ultravioleta (Sistema de medición automática)



PLOMO (Pb) en PM₁₀	Mensual	1.5	NE por encima de 4 veces en el año	Método para PM10 (Técnica de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
SULFURO DE HIDRÓGENO (H₂S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Sistema de medición automática)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados y análisis

4.1.1. Resultados del primer objetivo: Determinar la concentración de los gases en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal

Tabla 5

Analisis de los gases SO₂, NO₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (día 1)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			27-28/11/2024	27-28/11/2024
			12:00	11:00
Dióxido de Azufre	24 horas	µg/m ³	<13	<13
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	µg/m ³	40	33
Monóxido de Carbono	8 horas	µg/m ³	1,903	1,920

Nota: realizada por el autor

En la tabla manifiesta los análisis realizados de la empresa Cementos Portland y Cal (día 1) en cuanto a los gases en Interior de actual almacén se analiza:

Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13 µg/m³;
- (NO₂) = 40 µg/m³ y
- (CO) = 1,903 µg/m³.

En cuanto a los gases en Área despejada en el lado sur del almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13µg/m³;
- (NO₂) = 33 µg/m³ y
- (CO) = 1,920 µg/m³.

Tabla 6

Analisis de los gases SO₂, NO₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (día 2)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			28-29/11/2024	28-29/11/2024
Dióxido de Azufre	24 horas	µg/m ³	12:00 <13	11:00 <13
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	µg/m ³	37	35
Monóxido de Carbono	8 horas	µg/m ³	1,894	1,901

Nota: realizada por el autor



En la tabla manifiesta los análisis realizados de la empresa Cementos Portland y Cal (día 2) en cuanto a los gases en Interior de actual almacén se analiza: Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13 µg/m³;
- (NO₂) = 37 µg/m³ y
- (CO) = 1,894 µg/m³.

En cuanto a los gases en Área despejada en el lado sur del almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13µg/m³;
- (NO₂) = 35 µg/m³ y
- (CO) = 1,901 µg/m

Tabla 7

Análisis de los gases SO₂, NO₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (día 3)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			29-30/11/2024	29-30/11/2024
			12:00	11:00
Dióxido de Azufre	24 horas	µg/m ³	<13	<13
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	µg/m ³	44	37
Monóxido de Carbono	8 horas	µg/m ³	1,857	1,925

Nota: realizada por el autor

En la tabla manifiesta los análisis realizados de la empresa Cementos Portland y Cal (día 3) en cuanto a los gases en Interior de actual almacén se analiza: Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13 µg/m³;
- (NO₂) = 44 µg/m³ y
- (CO) = 1,857 µg/m³.

En cuanto a los gases en Área despejada en el lado sur del almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

- (SO₂) = <13µg/m³;

- (NO₂) = 37 µg/m³ y

- (CO) = 1,925 µg/m

4.1.2. Resultados del segundo objetivo: Evaluar las concentraciones de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal

Tabla 8

Analisis de los gases SO₂, NO₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (Día 1)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			27-28/11/2024	27-28/11/2024
			12:00	11:00
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	24 horas	µg/m ³	26.8	40.1
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	24 horas	µg/m ³	13.9	15.8

En la tabla manifiesta los análisis realizados de la empresa Cementos Portland y Cal en cuanto al material particulado en Interior de actual almacén se analiza:

Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: 26.8 µg/m³

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: 13.9 µg/m³

En cuanto al material particulado en Área despejada en el lado sur del

almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

(Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: $40.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: $15.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 9

Análisis de los gases SO₂, NO₂ y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (Día 2)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			28-29/11/2024	28-29/11/2024
			12:00	11:00
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	24 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25.4	44.5
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	24 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.1	14.7

En la tabla manifiesta los análisis realizados de la empresa Cementos Portland y Cal en cuanto al material particulado en Interior de actual almacén se analiza:

Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: $25.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: $12.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

En cuanto al material particulado en Área despejada en el lado sur del almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: $44.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: $14.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 10

Analisis de los gases SO_2 , NO_2 y CO de la empresa Cementos Portland y Cal (Día 3)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02
			MA2413577	MA2413577
			29-30/11/2024	29-30/11/2024
			12:00	11:00
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	24 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	26.5	42.8
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	24 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11.9	13.5

En la tabla se observa los análisis ejecutados de la empresa Cementos Portland y Cal en cuanto al material particulado en Interior de actual almacén se analiza:

Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: $26.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: $11.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

En cuanto al material particulado en Área despejada en el lado sur del almacén se halla la concentración Dióxido de azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, en los que nos da como resultado:

Material Particulado PM-10 Elevado Volumen: $42.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen: $13.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4.1.3. Resultados del tercer objetivo: Comparar los resultados de las concentraciones de SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ y PM_{2.5} obtenidos en la estación de trasvase con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire", identificando el nivel de cumplimiento ambiental

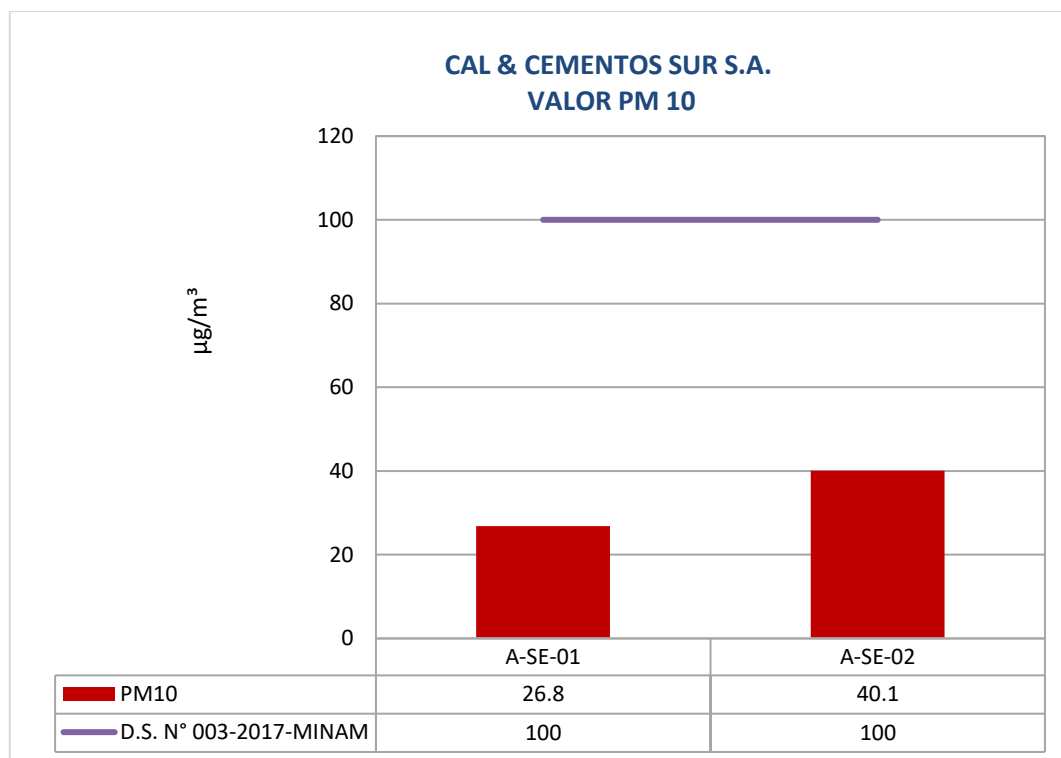
Tabla 11

Resultado de los parámetros de calidad de aire (día 1)

PARÁMETROS	PERIODO DE MONITOREO	UNIDAD	E-01	E-02	D.S. N° 003-2017-MINAM
			MA2413577	MA2413577	
			29-30/04/2024	29-30/04/2024	
			12:00	11:00	
Análisis Generales					
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	24 horas	µg/m ³	26.8	40.1	100
Dióxido de Azufre	24 horas	µg/m ³	<13	<13	250
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	24 horas	µg/m ³	13.9	15.8	50
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	µg/m ³	40	33	200
Monóxido de Carbono	8 horas	µg/m ³	1,903	1,920	10000

Figura 6

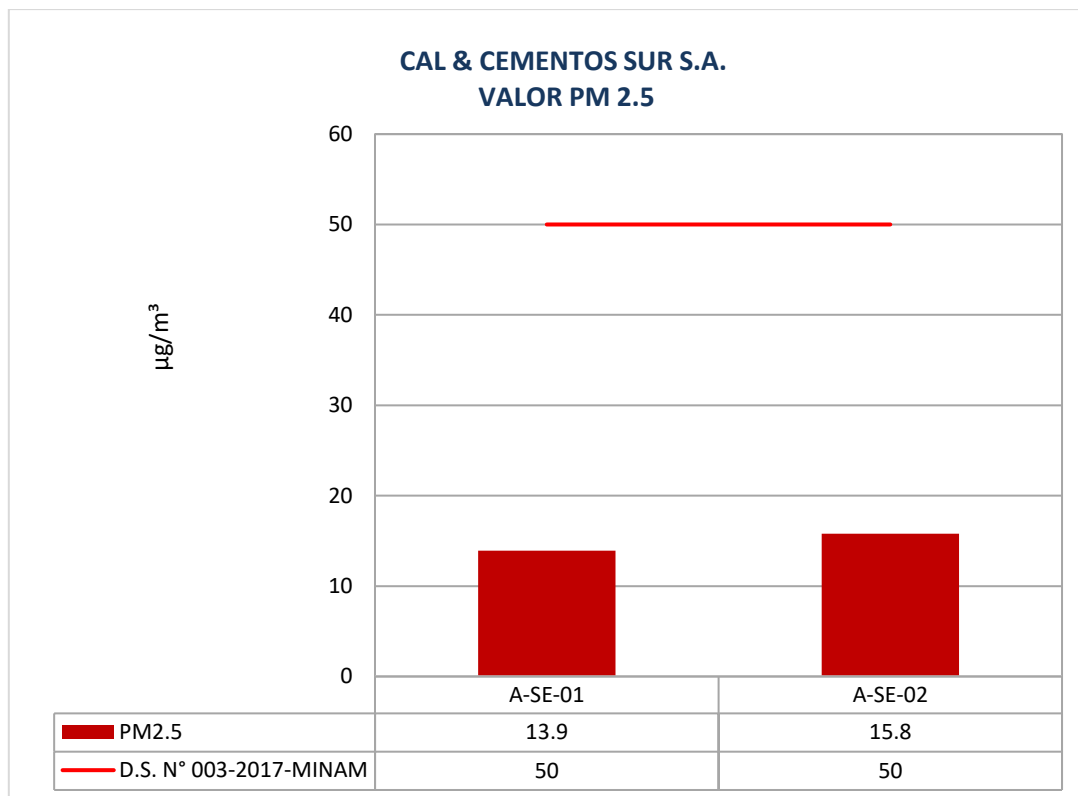
Concentración de PM10 vs Normativa



En la figura 6 manifiesta que los valores de PM10 en la empresa de cemento portland en el punto de muestreo 1 (A-SE-01) la manifestación de PM10 es de 26.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo que se observa que se encuentra por debajo de la normativa D.S. 003-2017-MINAM; por otra parte en el punto de muestreo 2 (A-SE-02) la manifestación de PM10 es de 40.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se observa que en referente al punto 1 hay mayor concentración de material particulado, no obstante no llega a sobrepasar lo fijado en el D.S. 003-2017-MINAM. Que fija 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado PM 10.

Figura 7

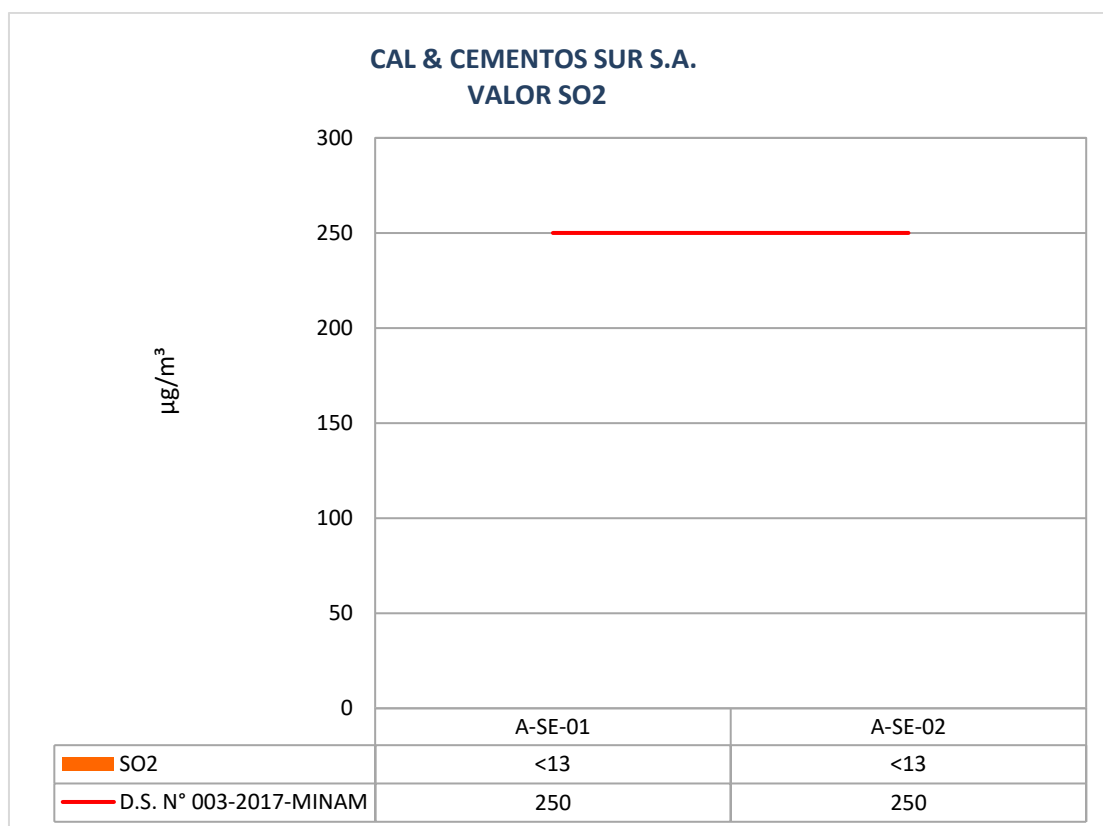
Concentración de PM2.5 vs Normativa



La figura 7 manifiesta los valores de PM2.5 en la empresa de cemento portland en el punto de muestreo 1 (A-SE-01) la manifestación de PM2.5 es de 13.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se observa que se encuentra por debajo de la normativa D.S. 003-2017-MINAM; por otra parte en el punto de muestreo 2 (A-SE-02) la manifestación de PM10 es de 15.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se observa que en referente al otro punto de muestreo hay mayor concentración de material particulado, no obstante no llega a sobrepasar lo fijado en el D.S. 003-2017-MINAM. Que fija 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado PM 2.5.

Figura 8

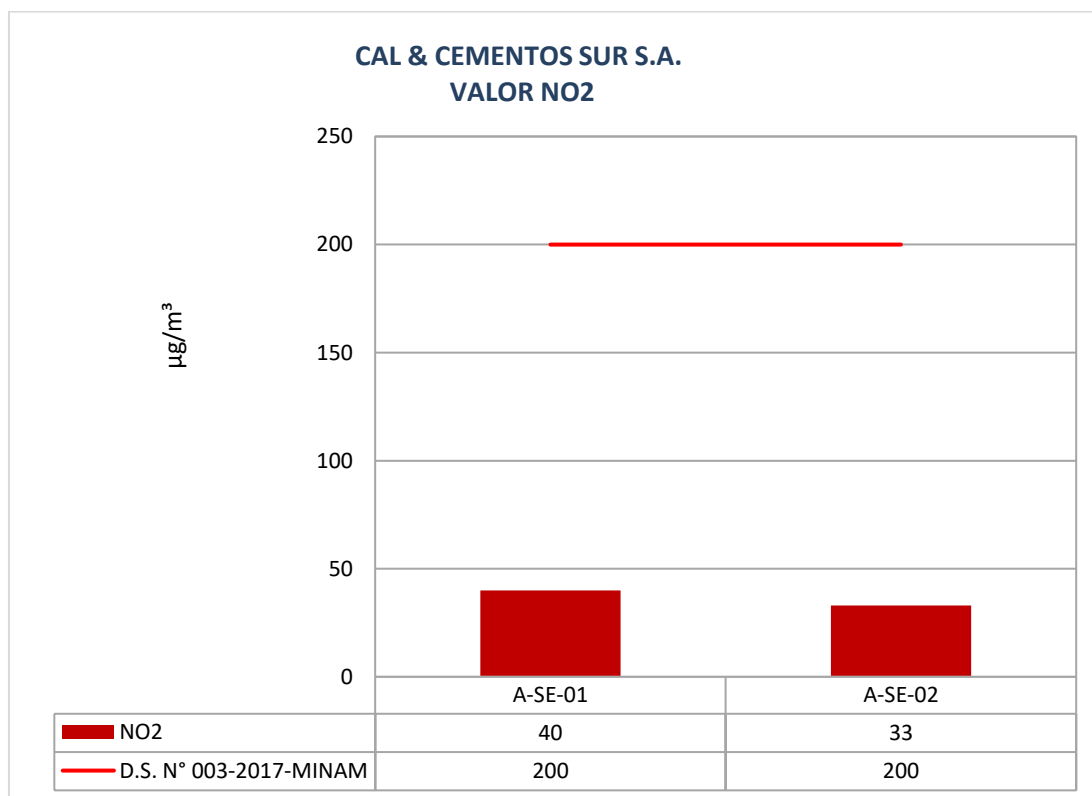
Concentración de Dióxido de azufre vs Normativa



La figura 8 manifiesta los valores de Dióxido de azufre en la empresa de cemento portland en el punto de muestreo 1 (A-SE-01) la manifestación de Dióxido de azufre es de $<13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que se encuentra por debajo de la normativa D.S. 003-2017-MINAM; por otra parte, en el punto de muestreo 2 (A-SE-02) la manifestación de Dióxido de azufre es de $<13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que no llega a sobrepasar lo fijados en el D.S. 003-2017-MINAM. Que fija $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de Dióxido de azufre.

Figura 9

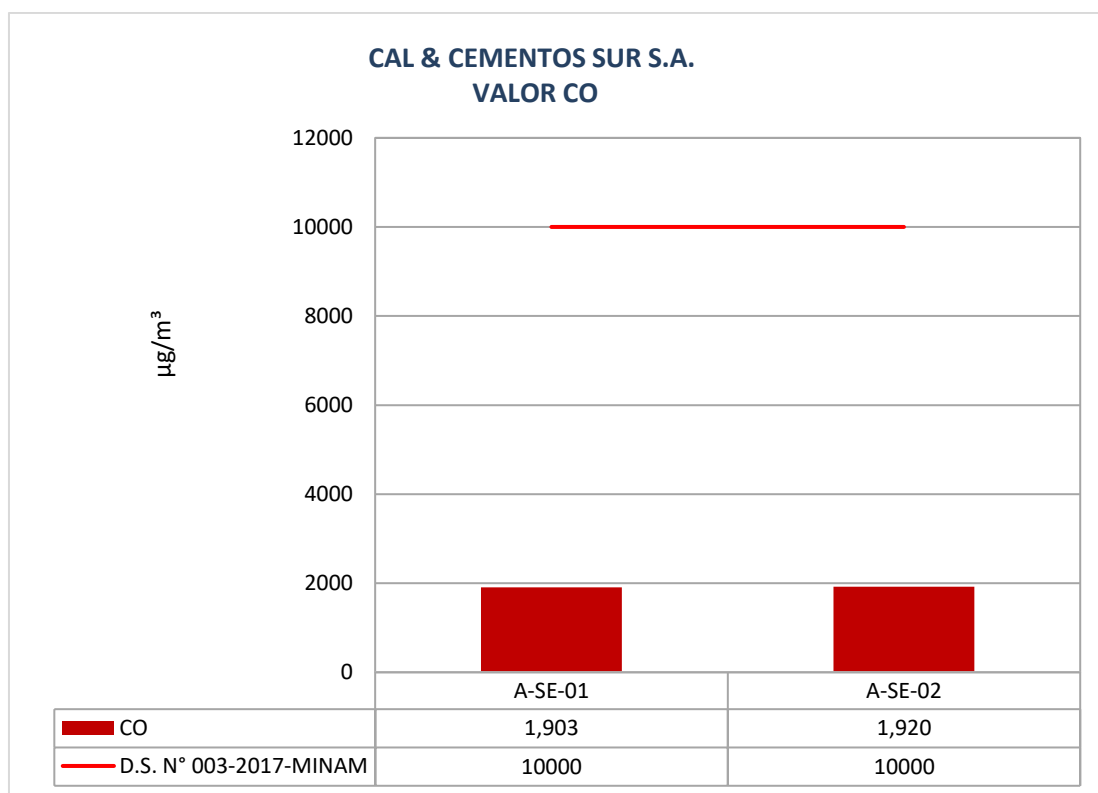
Concentración de Dióxido de nitrógeno vs Normativa



La figura 9 manifiesta los valores de Dióxido de nitrógeno en la empresa de cemento portland en el punto de muestreo 1 (A-SE-01) la manifestación de Dióxido de nitrógeno es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que se encuentra por debajo de la normativa D.S. 003-2017-MINAM; por otra parte, en el punto de muestreo 2 (A-SE-02) la manifestación de Dióxido de nitrógeno es de $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el punto 1 supera la manifestación de Dióxido de Nitrógeno con respecto al punto 2, por otro lado también se observa que no llega a sobrepasar lo fijado en el D.S. 003-2017-MINAM. Que establece $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de Dióxido de nitrógeno.

Figura 10

Concentración de Monóxido de carbono vs Normativa



La figura 10 manifiesta las cifras de Monóxido de carbono en la empresa de cemento portland en el punto de muestreo 1 (A-SE-01) la manifestación de Monóxido de carbono es de 1903 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que se halla por debajo de la normativa D.S. 003-2017-MINAM; por otra parte, en el punto de muestreo 2 (A-SE-02) la manifestación de Monóxido de carbono es de 1920 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el punto 2 supera la manifestación de Monóxido de carbono con respecto al punto 1, por otro lado también se observa que no llega a sobrepasar lo fijado en el D.S. 003-2017-MINAM. Que fija 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de Monóxido de carbono.



4.2. Discusiones

Daza et al. (2008) en su tesis tuvieron como propósito identificar la contaminación de la Atmósfera procedente de las instalaciones de Cereales la Pradera y el Hospital General en Latacunga. Entre los resultados obtenidos, se registró un nivel de dióxido de azufre (SO_2) de $12,002 \text{ mg/Nm}^3$ en dicha entidad hospitalaria y en la Empresa: SO_2 $13,441 \text{ mg/Nm}^3$, NO_x $120,958 \text{ mg/Nm}^3$ y SO_2 $44,564 \text{ mg/Nm}^3$ en sus calderos 1 y 2 respectivamente, de igual manera, en nuestro estudio se consiguieron los resultados de gases en Interior de actual almacén : $\text{SO}_2 = <13 \mu\text{g/m}^3$; $(\text{NO}_2) = 40 \mu\text{g/m}^3$ y $(\text{CO}) = 1,903 \mu\text{g/m}^3$ y en la Zona libre al sur del almacén . $\text{SO}_2 = <13 \mu\text{g/m}^3$; $(\text{NO}_2) = 33 \mu\text{g/m}^3$ y $(\text{CO}) = 1,920 \mu\text{g/m}^3$.

Carrasco & Fernández (2024) en su estudio realizaron el monitoreo de material particulado $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} emitido por la empresa Molinera Induamérica Trade S.A. en Chiclayo, Lambayeque. Durante el proceso productivo de la compañía, se detectaron cuatro zonas principales de generación directa e indirecta de partículas. Se determinó un promedio de $55,21 \mu\text{g/m}^3$ para PM_{10} y $28,80 \mu\text{g/m}^3$ para $\text{PM}_{2,5}$, cifras que se sitúan en el rango definido por el marco normativo peruano sobre las condiciones ambientales del aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), en cambio en nuestra investigación se identifica que la densidad de partículas Interior de actual almacén $\text{PM}_{10} = 26.8 \mu\text{g/m}^3$; $\text{PM}_{2,5} = 13.9 \mu\text{g/m}^3$, y en Zona libre al sur del almacén $\text{PM}_{10} = 40.1 \mu\text{g/m}^3$; $\text{PM}_{2,5} = 33 \mu\text{g/m}^3$.

CONCLUSIONES

Primera.- Se evidencia que la condición del aire en la estación de trasvase de la entidad cuyo negocio principal es la fabricación y comercialización de cementos y cal en Juliaca 2024 fue determinada mediante el uso de equipos de monitoreo calibrados, revelando concentraciones variables de gases y material particulado que impactan el entorno local. Este enfoque permitió identificar condiciones específicas de contaminación asociadas a las operaciones de trasvase, estableciendo una base para la mitigación ambiental.

Segundo.- Se concluye que la presencia de gases (dióxido de azufre - SO_2 , dióxido de nitrógeno - NO_2 y monóxido de carbono - CO) en la estación de trasvase durante 2024 mostraron niveles promedio de [SO_2 : $<13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_2 : $37.666 \mu\text{g}/\text{m}^3$, CO : $1900 \text{mg}/\text{m}^3$], influenciadas principalmente por el manejo de materiales.

Tercero.- Las manifestaciones de material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) en la estación de trasvase durante 2024 alcanzaron valores promedio de [PM_{10} : $34.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5}$: $13.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$], asociadas al polvo generado durante el trasvase de cemento y cal.

Cuarto.- La comparación de las manifestaciones de SO_2 , NO_2 , CO , PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ con los normativas fijados en el D.S. N° 003-2017-MINAM" Ratificada en el ECA para Aire" reveló un nivel de cumplimiento ambiental en la estación de trasvase durante 2024.



RECOMENDACIONES

Primera.- para futuros investigadores considerar un mayor número de muestras alrededor de la empresa, tanto como para los gases SO₂,NO₂,CO y material particulado

Segunda.- Realizar evaluación de la condición del aire periódicamente por el cambio de ciclos estacionales como en las épocas de verano invierno otoño y primavera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arciniégas, C. A. (2012). *Diagnóstico y control de material particulado: aeroparticulado total y fracción respirable PM10*. Luna Azul. Obtenido de <https://shre.ink/tNkN>
- Avila Ñaupá, A. S., & Alata Ccori, V. R. (2022). *Modelado de micropartículas con medida menor a 10 micras (PM10) emitidas por la industria de cal y cemento en Caracoto, Puno*. Puno: Universidad Peruana Unión. Obtenido de <https://shre.ink/tNQK>
- Carrasco Culqui, A., & Fernández Hoyos, F. (2024). *Muestreo de sólidos en suspensión PM2,5 y PM10 derivado por la molinera Induamérica Trade S.A. en Chiclayo, Lambayeque*. Junin. Lambayeque: Universidad Católica Sedes Sapientiae. Obtenido de <https://shre.ink/tNQU>
- CEPAL. (2017). *El cambio climático, las*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Etze, R. A., & French, J. G. (2000). *Contaminación del aire: Efectos de las catástrofes sobre la salud pública*.
- García, M. E., Ramírez, H., Meulenert, Á. R., García, F., Alcalá, J., Arellano, J., & De la Torre, O. (2006). *Influencia de los contaminantes SO₂ y NO₂ en el surgimiento de lluvias ácidas en la conurbación de Guadalajara*. Jalisco, México.: e-Gnosis.
- Garrido, A. P., & Camargo, Y. (22 de Agosto de 2012). Partículas respirables en el aire: generalidades y monitoreo en Latinoamérica. Obtenido de <https://shre.ink/tNQG>
- Gilbert, S. G. (2016). *Una pequeña dosis de contaminación atmosférica o una introducción a los impactos del aire contaminado, en el Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders*. Seattle: Toxicología de la contaminación del aire.
- INEI. (2014). *Informe de Calidad de Aire*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.



- Iparraguirre, R. L., & Valdivia, A. G. (2018). *Caracterización y desafíos asociados a la actividad ladrillera en Huachipa, jurisdicción de Lurigancho, Lima*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima. Obtenido de <https://shre.ink/tNkE>
- Masías, P. J., & Apaza, F. E. (2018). *Implementación de la Red de control ambiental de SO₂ (DOAS) en los volcanes activos del Perú (Ubinas y Sabancaya)*. Arequipa, PERÚ: Observatorio Vulcanológico del INGEMMET.
- MINAM. (2014). *Informe Nacional de la Calidad del Aire*. Ministerio del Ambiente, Lima.
- Mosqueira, H. (2019). *EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS PM_{2.5} Y PM₁₀ EN LA OBRA DE LA CARRETERA CHOTA - COCHABAMBA*. CAJAMARCA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Obtenido de <https://shre.ink/tNQ7>
- Pant, P., Guttikunda, S. K., & Peltier, R. E. (2021). *Exposición a material particulado en India: Síntesis de hallazgos y perspectivas futuras*. India: Environmental Research.
- Pérez Oblitas, A. (2023). *Cuantificación de los niveles de monóxido de carbono (CO) y de partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) generados por dos empresas del sector aserradero en el distrito de Manantay*. UCAYALI: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <https://shre.ink/tNkR>
- Pisoni, E., Thunis, P., & Clappier, A. (2023). *Monitoreo y modelado de la calidad del aire en áreas industriales*. Unión europea: Atmospheric Environment.
- Radrigan Lacoste, A. (1971). *CONTAMINACION ATMOSFÉRICA, Diagnostico del contexto actual y proyectos futuros*. SANTIAGO DE CHILE: COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS.
- Saavedra Vargas, J. (2014). *Análisis de nuevos contextos de emisión de contaminantes provenientes del parque automotor en condiciones reales de circulación vehicular*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://shre.ink/tNQA>
- Salinas, P. A. (2010). *Contaminación del aire por partículas y su asociación con la demanda*



de atención de urgencia por problemas respiratorios en infantes con menos de 5 años en Valdivia. Universidad Austral de Chile. Obtenido de <https://shre.ink/tNQ5>

Tellez, J. R. (2006). *Contaminación por monóxido de carbono: una dificultad de salubridad ambiental*/Revista de Salud Pública.

Tzintzun, M. (2005). *Las partículas suspendidas en tres inmensas ciudades mexicanas.* Gaceta Ecológica.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL:	GENERAL:	GENERAL:	Variable dependiente: Calidad del aire.	- Concentración de gases. - Concentración de material particulado.	Valores de SO ₂ , NO ₂ y CO en µg/m ³ . Valores de PM10 y PM2.5 en µg/m ³ .
¿Cuáles son las condiciones de calidad del aire en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos Portland y cal en Juliaca 2024?	Determinar la calidad del aire en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de cementos y cal en Juliaca, 2024.	La concentración de los gases (SO ₂ , NO ₂ y CO) es significativa en la estación de trasvase de la empresa especializada en la fabricación y comercialización de Cementos Portland y Cal, Juliaca.			
ESPECIFICO:	ESPECIFICO:	ESPECÍFICAS:	Variable Independiente: Operaciones de la estación de trasvase.	- Emisiones gaseosas. - Emisiones de partículas.	Medición en puntos E-01 y E-02. Comparación normativa.
a) ¿Cuáles son las concentraciones de gases (SO ₂ , NO ₂ y CO) emitidos en la estación de trasvase? b) ¿Cuál será la concentración de material particulado (PM10 y PM2.5) en la estación de trasvase? c) ¿En qué medida las concentraciones cumplen con los estándares del D.S. N° 003-2017-MINAM?	a) Determinar la concentración de los gases en la estación de trasvase. b) Evaluar las concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5). c) Comparar las concentraciones obtenidas con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.	a) La concentración de los gases SO ₂ , NO ₂ y CO en la estación de trasvase es significativa b) La concentración de material particulado en la estación de trasvase es significativa. c) Los resultados de los parámetros de calidad de aire superan los estándares del D.S. N° 003-2017-MINAM.			

Anexo 2 Fotografías

Fotografía 1: Almacén zona sur



Fotografía 2: Afueras del almacén



Fotografía 3: Puerta del almacén



Fotografía 4: Interior del almacén







Anexo 3. Ecas aire – D.S. Nº 003-2017-MINAM

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m ³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
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) ⁽²⁾	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)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)



Anexo 4. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2413577 Rev. 0

CAL & CEMENTO SUR S.A.

CAR. JULIACA-PUNO KM. 11 HACIENDA YUNGURA PUNO - SAN ROMAN -

CARACOTO ENV / MO-355536-035

PROCEDENCIA : TRASVASE - AREQUIPA

Fecha de Recepción SGS : 30-11-2024
Fecha de Ejecución : Del 28-11-2024 al 30-11-2024
Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A-SE-01
A-SE-02

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 05/12/2024

Carmen R. Guerrero Cantorin
C.Q.P.1198
Coordinador de Calidad

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"



INFORME DE ENSAYO MA2413577 Rev. 0

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A-SE-01	A-SE-01	A-SE-01
FECHA INICIO DE MUESTREO					8167809N / 215115E	8167809N / 215115E	8167809N / 215115E
HORA INICIO DE MUESTREO					29/04/2024	29/04/2024	29/04/2024
FECHA FIN DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	12:00:00
HORA FIN DE MUESTREO					30/04/2024	29/04/2024	29/04/2024
MATRIZ					12:00:00	20:00:00	13:00:00
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	26.8		
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13		
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	6.0	13.9		
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13			37
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068		1,894	

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A-SE-02	A-SE-02	A-SE-02
FECHA INICIO DE MUESTREO					8167599N / 215544E	8167599N / 215544E	8167599N / 215544E
HORA INICIO DE MUESTREO					29/04/2024	29/04/2024	29/04/2024
FECHA FIN DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
HORA FIN DE MUESTREO					30/04/2024	29/04/2024	29/04/2024
MATRIZ					11:00:00	19:00:00	12:00:00
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	40.1		
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13		
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	6.0	15.8		
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13			33
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068		1,920	



INFORME DE ENSAYO MA2413577 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación

MB: Blanco del proceso.

LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.

MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP/REP %RPD	LCS %Recovery
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	<13	0%	95 - 98%
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	<13	0 - 2%	108%
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	<1.9	0 - 1%	100%
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	<6.0	0%	106%
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	<1,068	0%	102%

INFORME DE ENSAYO MA2413577 Rev. 0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAI_CFR40J_PM10	Callao	Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix J: 1990; Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere.
EAI_EPACFR40A	Callao	Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2019; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
EAI_EPACFR40L	Callao	Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L 2019. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	Peter O. Warner, Ed. Española:1981, Cap. 3, Pág. 121-122.- Análisis de los Contaminantes del Aire. Orígenes y medida de los contaminantes inorgánicos del aire. Monóxido de Carbono. Método Colorimétrico Manual (Validado).2016
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	US EPA N° EQN-1277-026: 1977.Sodium Arsenite Method for the Determination of Nitrogen in the Atmosphere. (Traducción al Portugués Rev.1) (VALIDADO).2016

INFORME DE ENSAYO MA2413577 Rev. 0

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción	Plan de Muestreo
AIRE	INS-P-I&E-ENV.55	Monitoreo de la Calidad del Aire Ambiental	355536-3/2024

INFORME DE ENSAYO MA2413577 Rev. 0

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 05/08/25

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: AMILCAR TICONA QUISPE

Dirección: AV. HEROES DEL PACIFICO URB. ESPINAL MZ. E14 LT.18

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70203981

Teléfono: 900930784 email: amilcartk123@GMAIL.COM

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND Y CAL, JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): MATERIAL PARTICULADO, CONTAMINACIÓN, CALIDAD DEL AIRE

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

05/08/2025

Fecha