

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

**Simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos
provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el
Centro Poblado San Juan de Milpo – 2020**

Para optar el grado académico de Maestro en:

Gestión del Sistema Ambiental

Autor: Ing. Percy RIVERA TIZA

Asesor: Dr. Eduardo Jesús MAYORCA BALDOCEDA

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

**Simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos
provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el
Centro Poblado San Juan de Milpo – 2020**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA
PRESIDENTE**

**Dr. Rubén Edgar PALOMINO ISIDRO
MIEMBRO**

**Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN
MIEMBRO**

DEDICATORIA:

A Dios, a mí querido hijo, esposa, padres,
hermanos y demás familiares por el apoyo
incondicional para el logro de mis objetivos
y metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos quienes de alguna forma colaboraron y contribuyeron para la realización de esta tesis, a los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en una forma muy especial al Dr. Eduardo Jesús, MAYORCA BALDOCEDA, Asesor de la Tesis por su constante apoyo, dedicación y tiempo, que permitió cumplir con los objetivos propuestos para este trabajo.

Jurados del presente trabajo, por la ayuda en la identificación de los resultados del problema, por sus correcciones y comentarios que contribuyeron a mejorar el presente estudio de investigación.

Percy RIVERA TIZA

RESUMEN

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela de Posgrado, Maestría en Gestión del Sistema Ambiental de la “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión”, me permito a presentar la Tesis Intitulada **“SIMULACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROVENIENTES DE LAS FUENTES DE LA UNIDAD MINERA EL PORVENIR EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE MILPO - 2020”** con la finalidad de optar el grado de maestro en Gestión del Sistema Ambiental.

La presente investigación será de vital importancia ya que identificamos el grado de concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo, lo cual servirá como información base a fin de prevenir los efectos a los factores ambientales.

Existe interés en los pobladores del Centro Poblado de San Juan de Milpo a fin de prevenir en la generación de efectos a la salud y por ende la economía excesiva en los gastos de tratamiento en la salud.

Finalizada la investigación que pudimos determinar nuestros resultados podemos mencionar que la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la unidad minera el porvenir de NEXA compañía minera hacia el centro poblado San Juan de Milpo en el 2020, como se evaluó hasta los 3 Km desde la fuente de generación del contaminante, representada en el AERMOD con un color morado que llega hasta población de San Juan de Milpo con una concentración de material particulado de 5 ug/m^3 , este resultado se encuentra por debajo de lo permitido en ECA para aire donde el material particulado PM-10 que es 50 ug/m^3 en forma anual y el material particulado con diámetros de 2.5 micras el permitido es 25 ug/m^3 en forma anual, sin embargo; con una concentración de 5 ug/m^3 por ser material particulado

puede ser acumulativo lo que podría afectar a la salud de la población de San Juan de Milpo a diferencia de los gases son muy inferiores en sus resultados con respecto a lo permitido en los ECA de aire.

Palabras clave: Estándares de Calidad Ambiental, Simulación, Concentración, Material Particulado, Unidad Minera El Porvenir, AERMOD.

ABSTRATO

Em cumprimento ao Regulamento de Graus e Títulos da Escola de Pós-Graduação, Mestrado em Gestão do Sistema Ambiental da "Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión", me permito apresentar a Tese intitulada "SIMULAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE FONTES DE A UNIDADE DE MINERAÇÃO EL PORVENIR NO CENTRO POPULACIONAL DE SAN JUAN DE MILPO - 2020" com o objetivo de escolher o mestrado em Gestão do Sistema Ambiental.

A presente investigação será de vital importância, pois identificamos o grau de concentração de contaminantes atmosféricos provenientes das fontes da Unidade Mineira El Porvenir em direção ao Centro Populacional San Juan de Milpo, que servirá de base de informação para evitar os efeitos Fatores Ambientais.

Há interesse dos moradores do Centro Populacional San Juan de Milpo para evitar a geração de efeitos na saúde e, portanto, a economia excessiva nos gastos com tratamento de saúde.

Após concluir a investigação que pudemos determinar nossos resultados, podemos mencionar que a concentração de poluentes atmosféricos das fontes da unidade de mineração el porvenir da mineradora NEXA em direção ao centro da cidade de San Juan de Milpo em 2020, avaliada até a 3 km da fonte de geração do poluente, representado no AERMOD com uma cor roxa que atinge a população de San Juan de Milpo com uma concentração de material particulado de 5 ug/m³, este resultado está abaixo do permitido no ECA para ar onde o material particulado PM-10, que é de 50 ug/m³ anualmente, e material particulado com diâmetros de 2,5 microns, é permitido em 25 ug/m³ anualmente, no entanto; com uma concentração de 5 ug/m³, por ser

material particulado, pode ser cumulativo, o que poderia afetar a saúde da população de San Juan de Milpo, ao contrário dos gases, eles são muito inferiores em seus resultados em relação ao que é permitido nos RCTs do ar.

Palavras-chave: Padrões de Qualidade Ambiental, Simulação, Concentração, Material Particulado, Unidade Mineira El Porvenir, AERMOD.

ABSTRACT

In compliance with the Regulation of Degrees and Titles of the Graduate School, Master in Environmental System Management of the "Daniel Alcides Carrión National University", I allow myself to present the Thesis entitled "SIMULATION OF THE CONCENTRATION OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS FROM SOURCES OF THE EL PORVENIR MINING UNIT IN THE CENTER POBLADO SAN JUAN DE MILPO - 2020" in order to qualify for the master's degree in Environmental System Management.

This investigation will be of vital importance since we identify the degree of concentration of atmospheric pollutants from the sources of the El Porvenir Mining Unit towards the San Juan de Milpo Town Center, which will serve as base information in order to prevent the effects to environmental factors.

There is interest in the residents of the San Juan de Milpo Town Center in order to prevent the generation of health effects and therefore the excessive economy in health treatment costs.

After the investigation that we were able to determine our results, we can mention that the concentration of atmospheric pollutants from the sources of the mining unit the future of NEXA mining company towards the San Juan de Milpo town center in 2020, as evaluated up to 3 km from the source of generation of the pollutant, represented in the AERMOD with a purple color that reaches the population of San Juan de Milpo with a concentration of particulate material of $5 \text{ ug} / \text{m}^3$, this result is below that allowed in ECA for air where PM-10 particulate matter which is $50 \text{ ug} / \text{m}^3$ annually and particulate matter with diameters of 2.5 microns is allowed $25 \text{ ug} / \text{m}^3$ annually, however; With a concentration of $5 \text{ ug} / \text{m}^3$, as it is particulate material, it can be

cumulative, which could affect the health of the population of San Juan de Milpo, unlike gases, their results are much lower than what is allowed in the ECAs of air.

Keywords: Environmental Quality Standards, Simulation, Concentration, Particulate material, El Porvenir Mining Unit, AERMOD.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la presente investigación es la **“SIMULACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROVENIENTES DE LAS FUENTES DE LA UNIDAD MINERA EL PORVENIR EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE MILPO - 2020”**. Un modelo o simulación de calidad del aire se encuentra basado mediante una representación matemática de los procesos de transporte, dispersión y deposición que actúan sobre los contaminantes del aire liberados a la atmósfera. Dadas las condiciones meteorológicas locales y la cantidad de contaminantes liberados en diferentes puntos, el modelo, mediante cálculos complejos, brinda una simulación de la distribución, a través del tiempo y del espacio, de la concentración de contaminantes en el aire (y la deposición en la superficie del suelo) a lo largo del dominio del modelo.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Prato Sánchez (2012) “Modelación de la dispersión de material particulado en zona minera del Cesar, Colombia, usando Fluent. Donde menciona lo siguiente, La presente investigación, tiene como objetivo hacer uso de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) como nueva alternativa para la modelación de las condiciones de calidad del aire en la región minera del Cesar; el cual resuelve las ecuaciones que gobiernan el modelo físico del problema, obteniendo campo de velocidad, y concentraciones a lo largo de un volumen de estudio. Como parte de este trabajo se diseñó una metodología orientada a facilitar la apropiación del modelo, donde se incluye la definición de los parámetros de entrada al modelo que son geografía, meteorología y emisiones. Los resultados preliminares obtenidos de las treinta y seis (36) modelaciones que se realizaron con CFD, sugieren una representación significativa de la condición de calidad del aire de la

zona. Los resultados evidencian que las concentraciones de PST y PM10 en inmediaciones de la zona minera sobrepasan los estándares nacionales y los valores considerados como perjudiciales para la salud de las personas por la Organización Mundial de la Salud (concentraciones promedio anuales de hasta $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente)”.

El Autor

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema	1
1.2	Delimitación de la investigación.....	3
1.3	Formulación del problema de investigación	3
	1.3.1 Problema General:.....	3
	1.3.2 Problemas Específicos:.....	3
1.4	Formulación de objetivos	4
	1.4.1 Objetivo General:	4
	1.4.2 Objetivos Específicos:.....	4
1.5	Justificación de la investigación	4
	1.5.1 Justificación ambiental.....	4
	1.5.2 Justificación Social.....	5
	1.5.3 Justificación económica.....	5

1.6	Limitaciones de la investigación.....	5
------------	--	----------

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio.....	6
2.2	Bases teóricas y científicas	10
2.3	Definición de términos básicos.....	32
2.4	Formulación de hipótesis.....	34
	2.4.1 Hipótesis General.....	34
	2.4.2 Hipótesis Específicos.....	34
2.5	Identificación de variables	34
2.6	Definición operacional de variables e indicadores	35

CAPÍTULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de investigación.....	37
3.2	Nivel de Investigación.....	37
3.3	Métodos de investigación	38
3.4	Diseño de investigación.....	38
3.5	Población y muestra	41
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	47
3.7	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	47
3.8	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	47

3.9	Tratamiento estadístico	48
3.10	Orientación ética filosófica y epistémica.....	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Descripción del trabajo de campo	49
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados	56
4.3	Prueba de hipótesis	93
4.4	Discusión de resultados	94

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificaciones de estabilidad de la atmósfera según la escala de Pasquill-Gifford	21
Tabla 2. Efectos en la salud humana por exposición a material particulado.....	26
Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire	27
Tabla 4. Niveles Máximos Permisibles de Calidad de Aire.....	29
Tabla 5. Operacionalización de Variables.....	36
Tabla 6. Actividades aprobadas que cuenta el Titular para la UM El Porvenir	41
Tabla 7. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en el C.P. de San Juan de Milpo	43
Tabla 8. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en la U.M. El Porvenir	45
Tabla 9. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire	52
Tabla 10. Metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados	55
Tabla 11. Equipo de Estación Meteorológica.....	56
Tabla 12. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Octubre.....	58
Tabla 13. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Octubre.....	59
Tabla 14. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Noviembre.....	60
Tabla 15. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Noviembre.....	61
Tabla 16. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Diciembre.....	62
Tabla 17. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Diciembre.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura vertical de la atmosfera.....	12
Figura 2. Composición de la atmosfera	14
Figura 3. Diagrama de la altura de mezcla de la atmósfera.....	17
Figura 4. Diagrama adiabático de una atmósfera estable	18
Figura 5. Diagrama adiabático de una atmósfera neutra	19
Figura 6. Diagrama adiabático de una atmósfera inestable	20
Figura 7. Rosa de los vientos de 16 puntos	23
Figura 8. Rosa de los vientos anual (distribución de velocidad).....	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Diagrama de bloques del modelo de dispersión AERMOD y sus procesadores	31
Ilustración 2. Diagrama de bloques de simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos.	40

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Calculo del área del C.P. de San Juan de Milpo.....	42
Imagen 2. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en el C.P. de San Juan de Milpo	44
Imagen 3. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en la U.M. El Porvenir	46
Imagen 4. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire	53
Imagen 5. Vista de Programa AERMET View 8.9.0	74
Imagen 6. Ingreso de Coordenadas Geográficas al AERMET View	75
Imagen 7. Ingreso de las Variables Meteorológicos a Evaluar	76
Imagen 8. Procesamiento de Altura de Anemómetro.....	77
Imagen 9. Ubicación Altura de Anemómetro.....	78
Imagen 10. Ubicación de la Estación Meteorológico Ubicado por el Aernet en Google Earth	79
Imagen 11. Resultado en Formato AERMET View 8.9.0.....	80
Imagen 12. Vista de Programa AERMOD View 8.9.0	81
Imagen 13. Vista del Procesamiento de la Vía de Control.....	81
Imagen 14. Vista del Procesamiento del Punto de Control (Punto de Partida del Contaminante)	83
Imagen 15. Vista del Procesamiento del Receptor de Contaminante.....	84
Imagen 16. Vista del Procesamiento del Receptor de Contaminante.....	85
Imagen 17. Ingreso de Información Meteorológica desde el AERMOD.....	86
Imagen 18. Rosa de Viento en la Zona de Estudio.....	87
Imagen 19. Resultados de la Presencia de Material Particulado Simulado por AERMOD.....	88
Imagen 20. Resultados de la Presencia de Gases Simulado por AERMOD	91

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Resultados de Concentración de PM-10 (Ug/m3).....	64
Gráfico 2. Resultados de Concentración de PM-2.5 (Ug/m3).....	65
Gráfico 3. Resultados de Concentración de S02 (Ug/m3)	66
Gráfico 4. Resultados de Concentración de NO2 (Ug/m3).....	67
Gráfico 5. Resultados de Concentración de CO (Ug/m3)	68
Gráfico 6. Resultados de Concentración de Ozono (Ug/m3).....	69
Gráfico 7. Resultados de Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (Ug/m3).....	70
Gráfico 8. Resultados de Concentración de Plomo en PM – 10 (Ug/m3).....	71
Gráfico 9. Resultados de Concentración de Arsénico (Ug/m3)	72
Gráfico 10. Resultados de Concentración de Zinc (Ug/m3)	73

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de ubicación y localización del Centro Poblado de San Juan de Milpo	51
Mapa 2. Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia.....	136
Anexo 02. Registro de Información Meteorológica en Microsoft Excel	102
Anexo 3. Informes de Ensayo y Resultados de Monitoreo	103
Anexo 04. Mapa de Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire	135

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados en el mundo, este se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera (Mészáros, 1999), que se originan a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas. Las empresas mineras al igual generan material particulado producto de sus actividades de exploración, explotación, procesamiento, transporte y disposición de residuos, al igual la compañía minera Nexa Resources S.A. en su Unidad Minera El Porvenir se genera este material particulado lo cual afecta en la calidad del ambiente y a la vez a la población circundante.

“La presencia en la atmósfera de este contaminante ocasiona variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz” (Chen, Ying & Kleeman, 2009).

“Además, la presencia del material particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares en muestras de adultos” (Pope, 2004)

Es necesario, además de realizar mediciones de la concentración de este contaminante, evaluar su comportamiento en el espacio y el tiempo, asociándolo con los fenómenos meteorológicos, composición química y origen, los cuales permitan orientar estrategias de control y realizar seguimiento por parte de las autoridades ambientales interesadas.

Un modelo o simulación de calidad del aire es una representación matemática de los procesos de transporte, dispersión y deposición que actúan sobre los contaminantes del aire liberados a la atmósfera. Dadas las condiciones meteorológicas locales y la cantidad de contaminantes liberados en diferentes puntos, el modelo, mediante cálculos complejos, brinda una simulación de la distribución, a través del tiempo y del espacio, de la concentración de contaminantes en el aire (y la deposición en la superficie del suelo) a lo largo del dominio del modelo.

1.2. Delimitación de la investigación

El centro poblado de San Juan de Milpo se encuentra a una altitud promedio de 4350 m.s.n.m., del distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, Provincia y Región Pasco, es en este centro poblado que se llevara a cabo nuestro proyecto.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General:

¿Cuál es la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020?

1.3.2. Problemas Específicos:

- ¿Qué tipos de contaminantes atmosféricos provienen de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020?
- ¿Cómo interviene los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020?
- ¿Qué tipo de actividades mineras genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General:

Simular la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Evaluar los tipos contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020.
- Determinar los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020.
- Determinar el tipo de actividades mineras que genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación ambiental

La presente investigación será de vital importancia ya que identificaremos el grado de concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo, lo cual servirá como información base a fin de prevenir los efectos a los factores ambientales.

1.5.2. Justificación Social

La presente investigación permitirá resolver el problema de desconocimiento de los pobladores de la concentración o calidad de contaminantes atmosféricos presentes en el aire producto a la actividad minera.

1.5.3. Justificación económica

Existe interés en los pobladores del Centro Poblado de San Juan de Milpo a fin de prevenir en la generación de efectos a la salud y por ende la economía excesiva en los gastos de tratamiento en la salud.

1.6. Limitaciones de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se presentan limitantes, ya que el acceso a la información de las actividades internas que se realiza en la Unidad Minera El Porvenir es deficiente, asimismo; los monitoreos y análisis de parámetros ambientales son costosos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Como referencia para nuestra investigación he recurrido a otras investigaciones que han sido realizados en nuestro país y en otros países como detallamos a continuación:

Antecedentes a Nivel Internacional

Según Gallegos Martínez (2017) en su investigación titulada: *“Inventario de emisiones de partículas y modelado de su transporte a partir de fuentes de área de una industria minera.* La presente investigación, tiene como objetivo de llevar a cabo un inventario de emisiones de PM10, producidas por las operaciones que se elaboran en una industria minera y simular el transporte de PM10, para determinar la concentración de partículas producidas en las áreas de influencia de la actividad minera. En esta tesis de maestría se realizó un inventario de emisiones de partículas menores de 10 micras (PM10), generadas

por las actividades del procesamiento del mineral en una industria minera de oro y plata a cielo abierto, cuyas operaciones principales son el manejo del mineral, manejo del estéril, voladura y transporte del material. Se utilizaron además dos modelos de transporte de contaminantes para identificar los posibles niveles de contaminación por PM10 que se pueden observar, y la distribución de las concentraciones en el área de estudio: Los modelos utilizados fueron el ISC3 (Industrial Source Complex) y el AERMOD View (Aerodynamic Modelling System) desarrollados por la EPA en el último participó además la American Meteorological Society”.

Conclusión.

A fin de conocer cuáles serían las concentraciones máximas a presentarse en el pueblo de la Zapatilla y en el Cerro de San Pedro, bajo diferentes condiciones atmosféricas, se realizaron modelaciones para las seis condiciones de estabilidad atmosférica según Pasquill Guifford (A, B, C, D, E, F).

a) En el sitio de la Zapatilla, las concentraciones de PM10 más bajas se presentaron durante las atmósferas A, B y C; mientras que las más altas, durante las atmósferas D, E y F (con valores de hasta 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para una atmósfera D, de 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para una atmósfera E, y de hasta 315 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para una atmósfera F2. En este caso se sugeriría que cuando se presente un tipo de atmósfera E o F, las actividades a desarrollarse en la industria minera se reduzcan en un 50% para evitar que las concentraciones máximas se dispersen hacia los centros de población cercanos.

b) En el pueblo del Cerro de San Pedro, las concentraciones máximas a presentarse en este sitio, bajo un tipo de estabilidad atmosférica F, llegarían a ser de $520 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tomando en cuenta la sobre predicción del modelo.

Según Prato Sánchez (2012) en su investigación titulada: “*Modelación de la dispersión de material particulado en zona minera del Cesar, Colombia, usando fluent*”. La presente investigación, tiene como objetivo hacer uso de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) como nueva alternativa para la modelación de las condiciones de calidad del aire en la región minera del Cesar; el cual resuelve las ecuaciones que gobiernan el modelo físico del problema, obteniendo campo de velocidad, y concentraciones a lo largo de un volumen de estudio. Como parte de este trabajo se diseñó una metodología orientada a facilitar la apropiación del modelo, donde se incluye la definición de los parámetros de entrada al modelo que son geografía, meteorología y emisiones. Los resultados preliminares obtenidos de las treinta y seis (36) modelaciones que se realizaron con CFD, sugieren una representación significativa de la condición de calidad del aire de la zona”.

Conclusión.

Los resultados evidencian que las concentraciones de PST y PM10 en inmediaciones de la zona minera sobrepasan los estándares nacionales y los valores considerados como perjudiciales para la salud de las personas por la Organización Mundial de la Salud (concentraciones promedio anuales de hasta $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente).

Antecedentes a nivel nacional

Según **Rojas Chávez (2017)** en su investigación titulada: “Modelación numérica del transporte de contaminantes atmosféricos y su relación con las condiciones meteorológicas en Lima metropolitana. La presente investigación, tiene como objetivo simular numéricamente el transporte de los contaminantes atmosféricos en especial el PM10 y PM2.5 (material particulado con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 μm respectivamente) y su relación con las condiciones meteorológicas en Lima Metropolitana. Las concentraciones simuladas de PM10 y PM2.5 fueron obtenidos por el programa numérico de transporte (CCATT) y las variables meteorológicas obtenidos por el modelo numérico de la atmósfera, a través del sistema de modelación atmosférico regional (BRAMS). Se validaron los resultados con los datos observados. Se concluye una XVI simulación adecuada de las variables meteorológicas y de emisiones para Lima metropolitana”.

Conclusión.

La contaminación por PM10 y PM2.5 es afectada por las variables meteorológicas como la precipitación, la humedad, la temperatura y la velocidad del viento, se encontró que en los periodos lluviosos la contaminación descendió, lo cual concuerda con lo que refiere Chan, CK. (2008), la lluvia es el mejor camino para remover los contaminantes del aire.

Según **De la Cruz Lezama (2015)** en su investigación titulada: “*Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012*. La presente investigación, tiene como objetivo

estimar la concentración de los contaminantes del aire en la ciudad de Huancayo generado por las fuentes móviles para comparar con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”.

Conclusión.

En la presente investigación se aplicó la metodología de Economopoulos. El estudio de la investigación fue de tipo no experimental, con un nivel explicativo y finalmente con las estimaciones realizadas por cada tipo de contaminante comparar con los límites permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental. Para la determinación de la muestra que es de 539 vehículos, se consideró un nivel de confianza del 98% y un error máximo permisible del 5%. Luego de las comparaciones se determinó que la concentración de los contaminantes del aire en la ciudad de Huancayo generado por las fuentes móviles superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. El parque automotor de Huancayo, en el año 2012, ha emitido 56286,14 toneladas de contaminantes a la atmósfera de los cuales el Monóxido de Carbono (CO) constituye el 54,21% (30514,40 toneladas por año), le sigue los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) con 29,10% (16379,58 toneladas por año). Los que generan mayor cantidad de contaminantes son los vehículos a gasolina con un promedio de 0,73 toneladas al año por vehículo, le siguen los vehículos diésel con 0,34 y los vehículos a gas con solo 0,26.

2.2. Bases teóricas - científicas

La atmósfera

Cuadrat & Pita (2004) “Señala que la atmósfera es una capa gaseosa de aproximadamente 10000 km de espesor que rodea la tierra. Está compuesta de gases y partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad

terrestre. En ella se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta, regula la entrada y salidas de energía de la tierra y es el principal medio de transferencia de calor. Por compresión, el mayor porcentaje de la masa atmosférica se encuentra concentrado en los primeros kilómetros. Es así, como el 50% de ella se localiza bajo los 5 km, el 66% bajo los 10 km y sobre los 60 km se encuentra solo una milésima parte”.

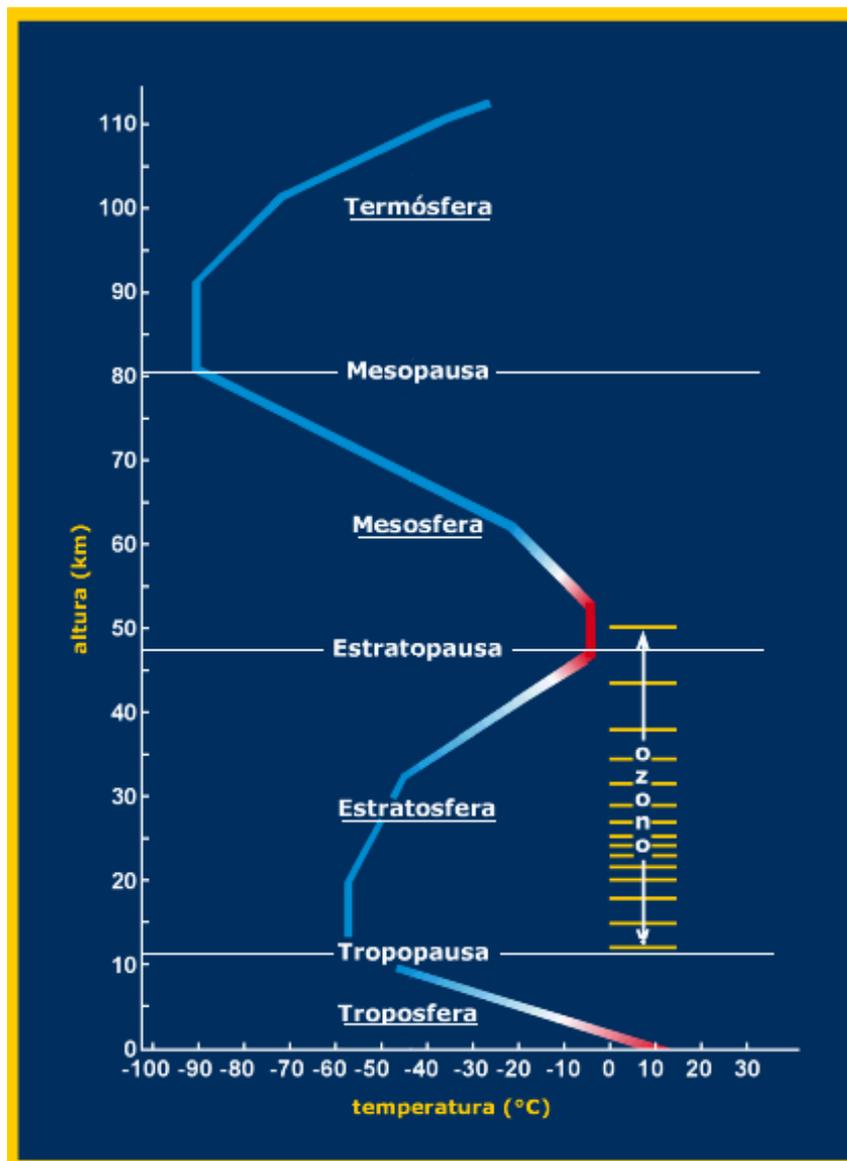
La atmósfera se divide en cinco capas principales:

- **La Troposfera:** Es la capa inferior (más próxima a la superficie terrestre) de la atmósfera de la Tierra. A medida que se sube, disminuye la temperatura en la troposfera. En la troposfera suceden los fenómenos que componen lo que llamamos tiempo.
- **La Estratosfera:** Es la segunda capa de la atmósfera de la Tierra. A medida que se sube, la temperatura en la estratosfera aumenta. En esta se encuentra la importante capa de ozono que protege a la Tierra de los rayos ultravioletas (UV). El ozono provoca que la temperatura suba ya que absorbe la luz peligrosa del sol y la convierte en calor.
- **La Mesosfera:** Es la tercera capa de la atmósfera de la Tierra. La temperatura disminuye a medida que se sube, como sucede en la troposfera. Puede llegar a ser hasta de -90° C. Es la zona más fría de la atmósfera.
- **La Termosfera:** Es la cuarta capa de la atmósfera de la Tierra. Se encuentra arriba de la mesosfera. A esta altura, el aire es muy tenue y la temperatura cambia con la actividad solar. Si el sol está activo, las temperaturas en la

termosfera pueden llegar a 1500° C y hasta más altas. La termosfera de la Tierra también incluye la región llamada ionosfera.

- **La Exosfera:** La última capa de la atmósfera de la tierra es la exosfera. Esta es el área donde los átomos se escapan hacia el espacio.

Figura 1. Estructura vertical de la atmosfera

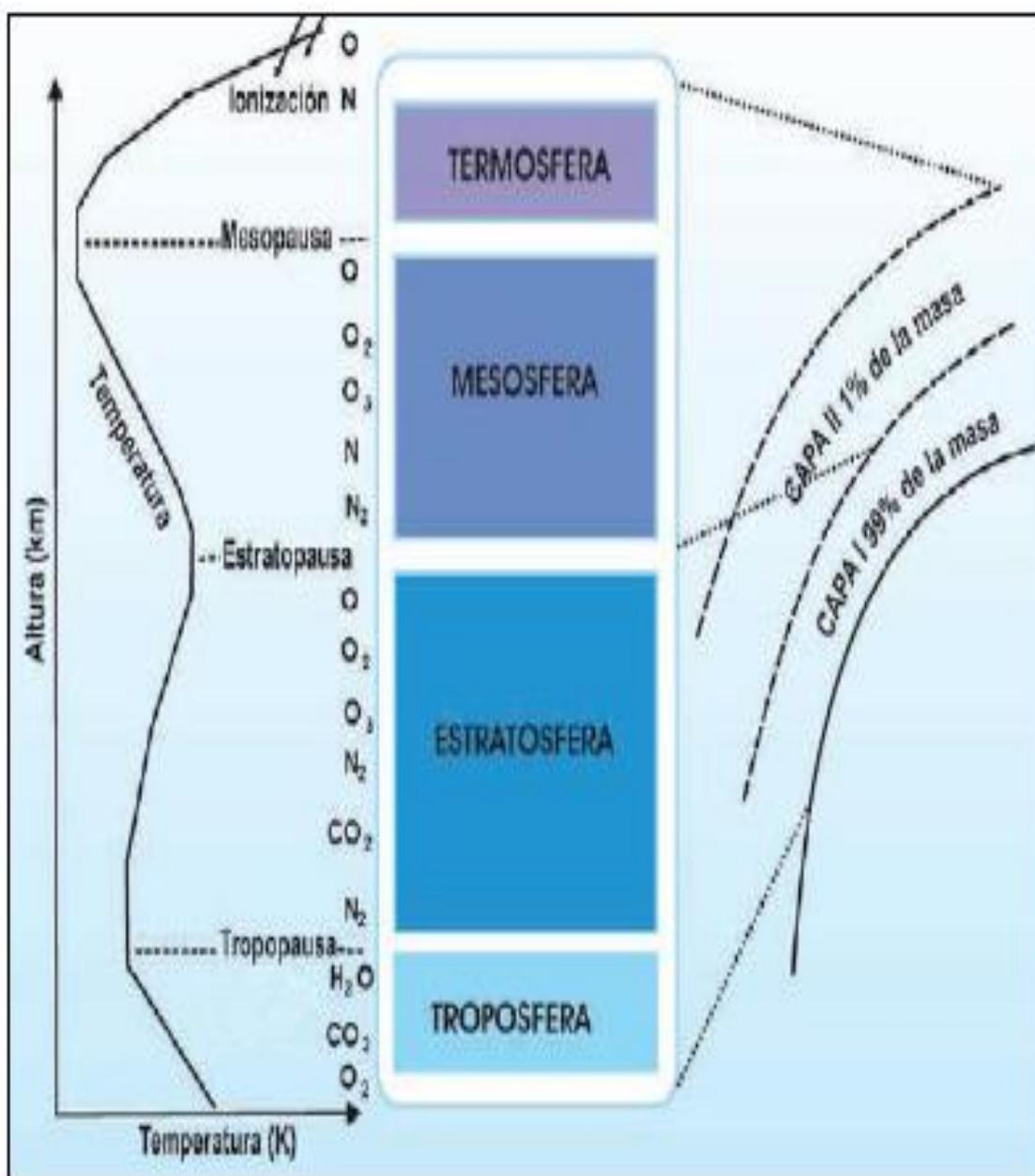


Fuente: Lutgens y Tarbuck.

La composición de la atmósfera

Jorquera (2000) “La atmósfera es un sistema dinámico, en el cual grandes cantidades de materiales son añadidas, mediante numerosos procesos naturales y humanos que constituyen las emisiones atmosféricas. Al mismo tiempo, los contaminantes son removidos a través de procesos de deposición tales como: sedimentación gravitacional, interacciones con objetos superficiales tales como plantas y edificios, o lavado por acción de la lluvia. La atmósfera se compone principalmente de nitrógeno, de oxígeno, y de varios gases nobles, cuyas concentraciones tienen un cierto valor fijo. Sin embargo, también hay algunos gases que están en cantidades relativamente pequeñas y a veces altamente variables como: el vapor de agua, el dióxido de carbono, ozono, helio, neón, argón, entre otros. La alteración de la constitución de esta capa gaseosa por la incorporación de sustancias en sus diferentes estados se denomina contaminación”.

Figura 2. Composición de la atmosfera



Fuente: Gallego 2012, pág. 16.

El aire

Rojas Chavez (2017) “El aire es una mezcla gaseosa sin olor ni sabor que llena todos los espacios ordinariamente considerados como vacíos. En cada aspiración el hombre y muchos animales llenan de aire sus pulmones, una

persona adulta inhala de 13000 a 15000 litros de aire por día. La calidad del aire que inhalamos no solo es importante para la salud de nuestros pulmones, sino que de ella depende la pureza de nuestra sangre, la capacidad de nuestro organismo para sintetizar alimentos, la eliminación de los productos tóxicos, la energía de nuestros músculos, la lucidez de nuestro cerebro y en definitiva la duración y la calidad de nuestra vida”.

Componentes del aire

Rojas Chávez (2017) “El aire limpio y puro forma una capa de aproximadamente 500000 millones de toneladas que rodea la Tierra, su composición varía según la altura, los factores climáticos (temperatura, humedad, etc.) y los factores humanos (tales como la cantidad de habitantes de determinado lugar, o el grado de contaminación ambiental). Los componentes del aire pueden dividirse en constantes y variables. Componentes constantes del aire: Están comprendidos por alrededor de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de gases como el dióxido de carbono, argón, neón, helio, hidrógeno, otros gases y vapor de agua”.

Componentes variables del aire: Están comprendidos por los demás gases y vapores característicos del aire de un lugar determinado, como por ejemplo, los óxidos de nitrógeno provenientes de las descargas eléctricas durante las tormentas o el óxido de carbono que viene de los escapes de los motores. A medida que se aleja y aumenta la distancia de la superficie de la tierra, la densidad del aire va disminuyendo y su composición varía en las capas altas debido a las constantes mezclas producidas por las corrientes de aire.

Contaminantes del aire

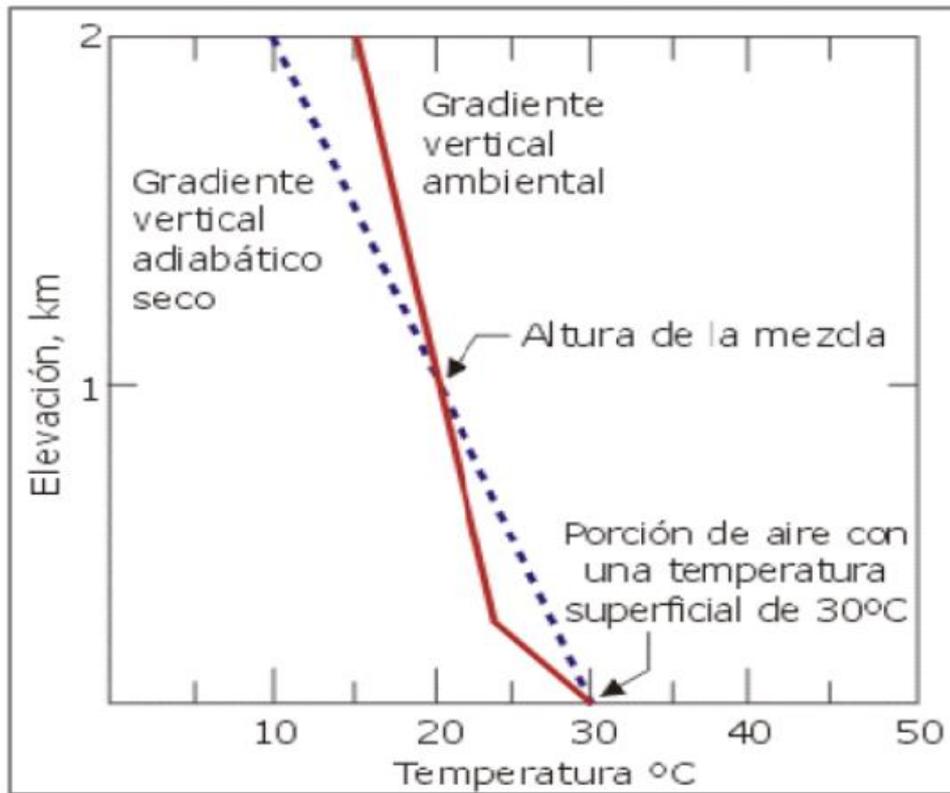
Kiely (1999) “Los principales contaminantes del aire se clasifican en: Primarios, que son aquellos que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente (óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas), secundarios que son aquellos que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera como oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono”.

Altura de mezcla

“La altura de la capa de mezcla se define como la altura en la atmósfera hasta donde los contaminantes alcanzan a ser mezclados y dispersados. Entre más alta sea la altura de la capa de mezcla, habrá un mayor volumen para realizar la dilución de los contaminantes. Esta altura depende de la rugosidad superficial, de la velocidad del viento y de la radiación solar, entre otros factores” (Environmental, 2002).

En la Figura 3, se muestra el punto en donde el gradiente vertical adiabático seco intercepta a la línea del perfil de la temperatura ambiental, el cual se conoce como altura de mezcla.

Figura 3. Diagrama de la altura de mezcla de la atmósfera



Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 2002.

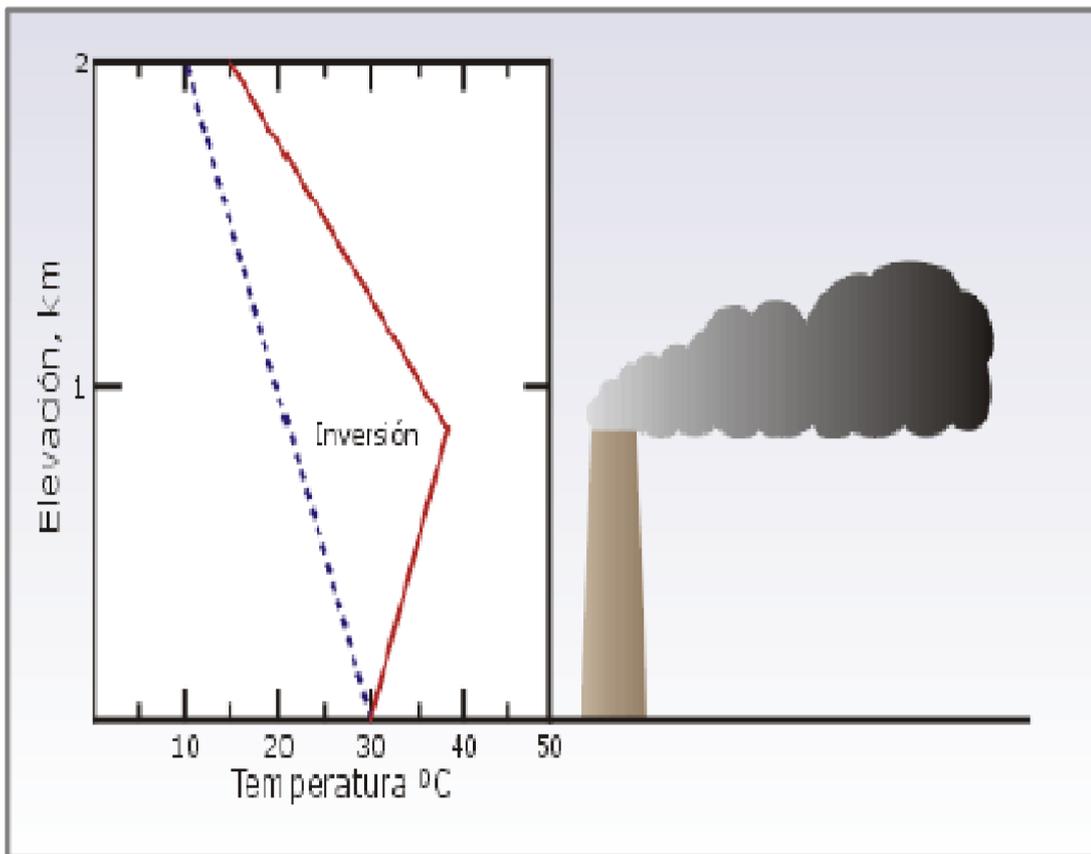
Estabilidad atmosférica

A continuación se exponen los tipos de condiciones básicas de estabilidad atmosférica:

Atmósfera estable

“Hay inhibición del movimiento vertical de las masas de aire. En este caso el gradiente adiabático es mayor que el gradiente ambiental, por lo que la temperatura de la masa de aire es menor (más densa) que la temperatura del aire de los alrededores (menos densa), esa masa de aire descenderá” (CEPIS, OPS, & OMS, 2002).

Figura 4. Diagrama adiabático de una atmósfera estable

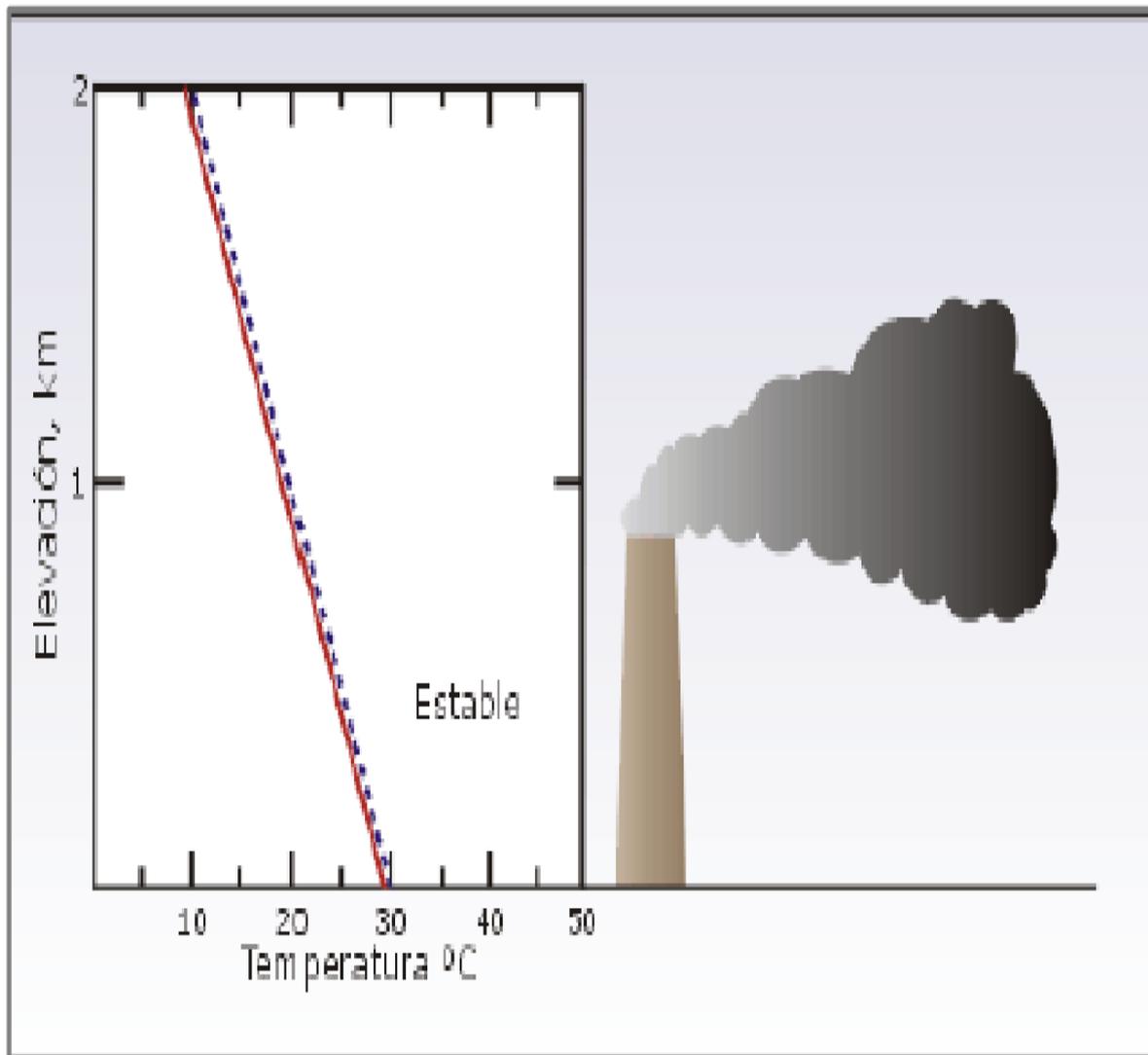


Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 2002.

Atmósfera neutra

“Este tipo de condiciones no propician ni inhiben el movimiento del aire, y se presenta cuando el gradiente adiabático es igual al gradiente ambiental” (CEPIS, OPS, & OMS, 2002).

Figura 5. Diagrama adiabático de una atmósfera neutra

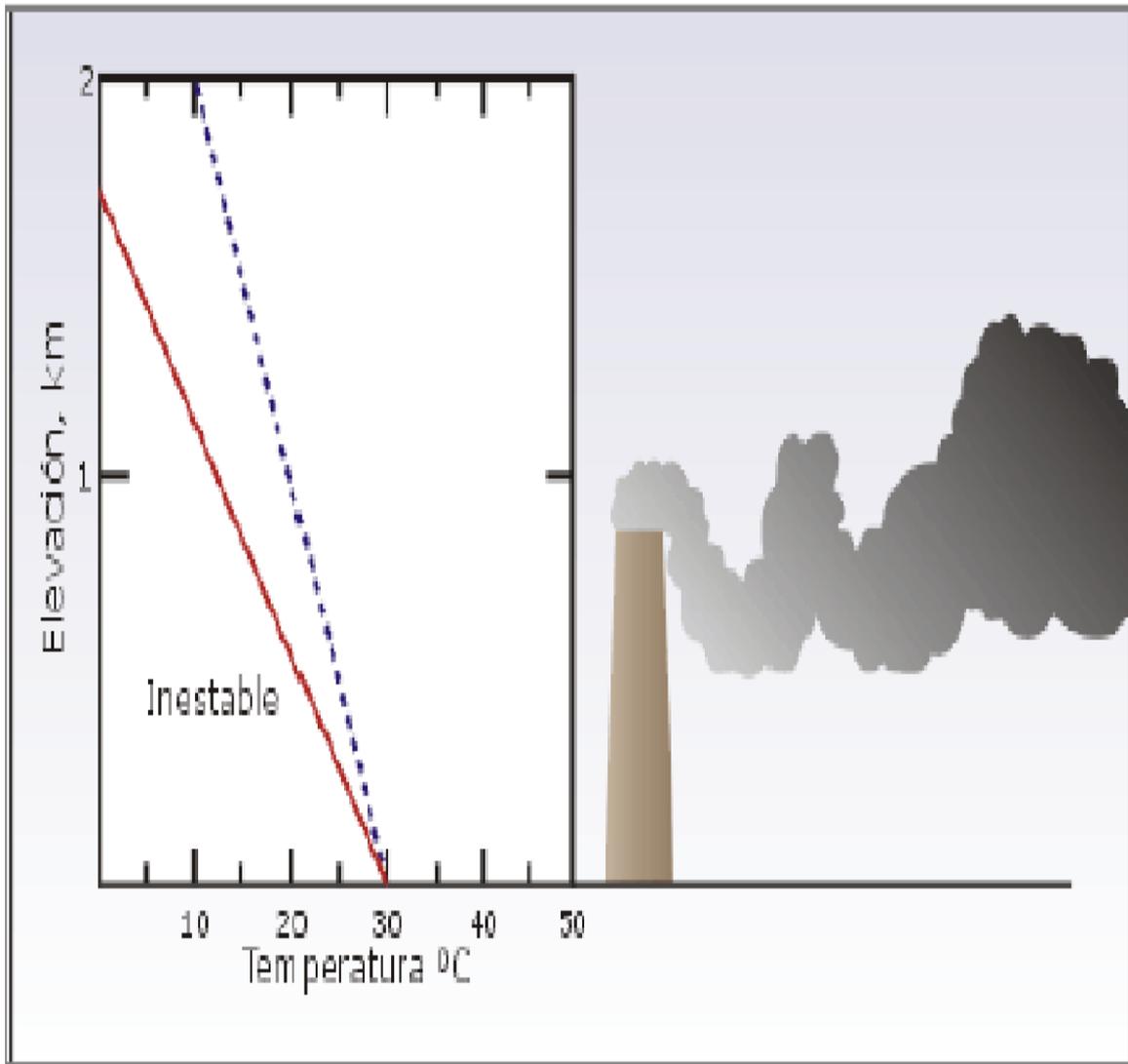


Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 2002.

Atmósfera inestable

“El gradiente vertical ambiental es mayor que el gradiente adiabático y la temperatura de la masa de aire es mayor (menos densa) a la temperatura del aire de los alrededores (más densa), esa masa de aire ascenderá”. (CEPIS, OPS, & OMS, 2002).

Figura 6. Diagrama adiabático de una atmósfera inestable



Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 2002.

En la tabla 1, se muestran las clasificaciones de estabilidad de la atmósfera según la escala de Pasquill-Gifford.

Tabla 1. Clasificaciones de estabilidad de la atmósfera según la escala de Pasquill-Gifford

Velocidad de viento (m/s)	Radiación Solar Global (W/m ²)							
	Radiación diurna					Intermedio	Radiación Nocturna	
	>700	700 a 540	540 a 400	400 a 270	270 a 140	140 a -20	-20 a - 40	<-40
<2	A	A	B	B	C	D	F	F
2 a 3	A	B	B	B	C	D	E	F
3 a 4	B	B	B	B	C	D	D	E
4 a 5	B	B	C	C	D	D	D	E
5 a 6	C	C	C	C	D	D	D	D
>6	C	C	D	D	D	D	D	D

Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 2002.

Factores físicos que intervienen en el transporte y difusión de los contaminantes

Gallegos Martínez (2017) “Los factores físicos más importantes que intervienen en el transporte y difusión de los contaminantes atmosféricos” son:

- a. Los factores meteorológicos: Los más importantes son: velocidad y dirección del viento, gradiente de temperatura y turbulencia atmosférica.
- b. Los factores topográficos

Factores meteorológicos

La velocidad y la dirección del viento

Nevers (1998) “El viento se produce debido al movimiento de la Tierra y al desplazamiento de masas de aire. La velocidad del viento es nula en la superficie de la Tierra, debido a la fricción que ejerce ésta sobre él. La velocidad del viento aumenta con la altura, pero cerca de la superficie (dentro

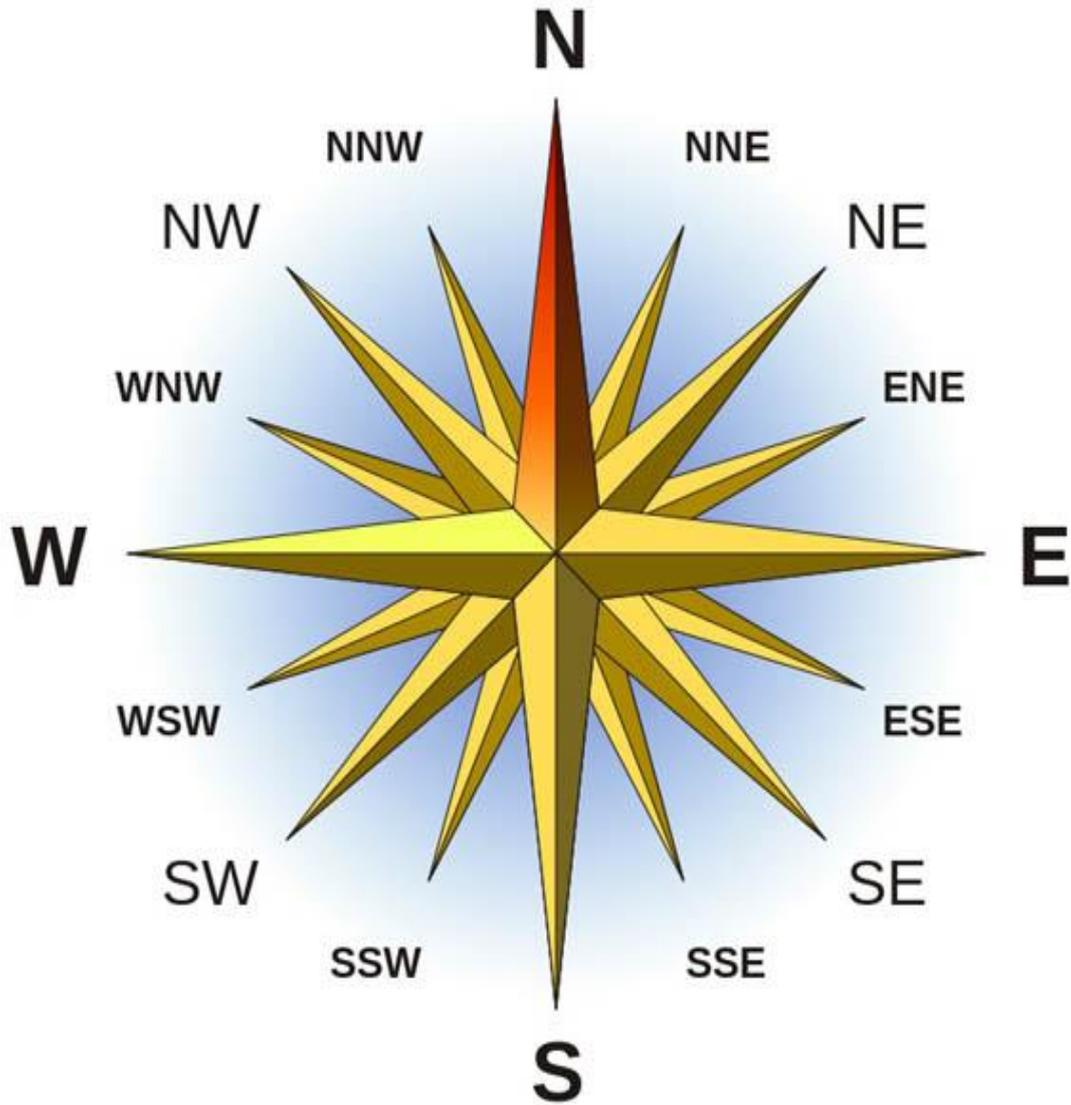
de la capa límite atmosférica) tiene variaciones de magnitud y dirección que dependen de la rugosidad del terreno”.

La velocidad del viento influye sobre los contaminantes emitidos al aire principalmente en tres aspectos:

1. Diluye continuamente los contaminantes emitidos.
2. Interviene en el tiempo de transporte del contaminante, de la fuente al receptor.
3. Limita la ascensión de los contaminantes en la atmósfera.

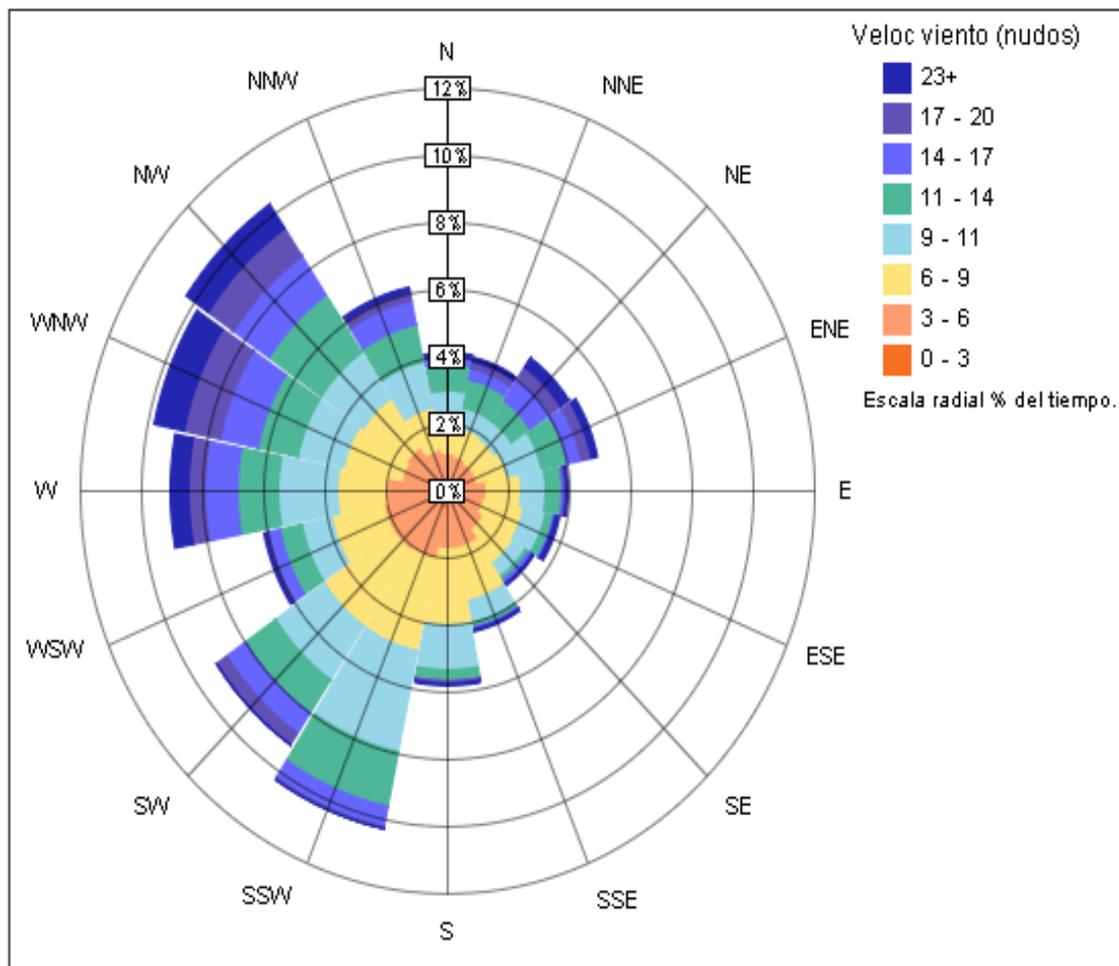
Velázquez (2003) “La dirección del viento determina el rumbo hacia donde la contaminación emitida por una fuente será transportada. Así, la dirección del transporte del penacho es determinante para estimar el impacto de una fuente sobre los posibles receptores. En cálculos a partir de modelos de difusión es muy importante tener un buen conocimiento de la dirección del viento, pues una desviación angular de 10° puede hacer la diferencia entre una concentración elevada o un valor nulo”.

Figura 7. Rosa de los vientos de 16 puntos



Fuente: I, Andrew pmk, CC BY-SA 3.0.

Figura 8. Rosa de los vientos anual (distribución de velocidad)



Fuente: Autodesk® 360 Energy Analysis

El gradiente de temperatura

Gallegos Martínez (2017) “En la parte baja de la tropósfera, la temperatura del aire por lo general disminuye con la altitud. A la velocidad con la que el aire reduce su temperatura se le conoce como gradiente de temperatura ambiente (GTA). Por otro lado, si la difusión de temperatura ocurre a una velocidad de $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, sin pérdida ni ganancia de calor, entonces a este fenómeno se le llama gradiente de temperatura seca adiabática (GTSA), el cual favorecerá la dispersión de la contaminación”.

La turbulencia atmosférica

Gallegos Martínez (2017) “La atmósfera tiene movimientos aparentemente eventuales, los cuales varían rápidamente. La turbulencia es el movimiento del viento altamente irregular; se produce por la diferencia de velocidad y de direcciones de las masas de aire, por el movimiento del aire al chocar con objetos y por la variación de temperatura en las masas de aire. La turbulencia es el proceso de mezcla más importante que provoca la dispersión de los contaminantes en las capas bajas de la tropósfera”.

Modelado del transporte y difusión de contaminantes atmosféricos

Wark y Warner (2008) “La dispersión en la atmósfera de emisiones que proceden de alguna fuente dependen de muchos factores tales como la naturaleza física y química de los efluentes, las características meteorológicas del ambiente, la ubicación de la fuente en relación con las obstrucciones al movimiento del aire y la naturaleza del terreno que se encuentra en la dirección del viento que viene de la fuente”.

Efectos sobre la salud humana y el medio ambiente

OMS (2017) “Las directrices de la OMS sobre la calidad del aire recomiendan una exposición máxima de 20 ug/m³ para las PM₁₀ y una exposición máxima de 10 ug/m³ para las PM_{2.5}, basado en las evidencias de los efectos sobre la salud de la exposición a la contaminación del aire ambiente”.

“Los principales efectos en la salud humana y ambiental debido la contaminación del aire con partículas son: irritación de ojos y del sistema

respiratorio, penetración por las vías respiratorias y fijación en los alvéolos pulmonares, pueden provocar asma y tumores bronquiales, interferencia de la fotosíntesis de las plantas perturbando el intercambio de CO₂ en la atmósfera al impedir la penetración de la luz solar, ennegrecimiento de edificios y bienes de uso, potencian el efecto de otros contaminantes gaseosos, etc” (CEPIS, OPS, & OMS, 2002).

Tabla 2. *Efectos en la salud humana por exposición a material particulado*

Concentración (µg/m³)	Efecto observado	Impacto
200	Disminución de capacidad respiratoria	Moderado
250	Aumento de enfermedades respiratorias en ancianos y niños	Moderado
400	Afecta a toda la población	Grave
500	Aumento de mortalidad en adulto mayor y enfermos	Muy grave

Fuente: CEPIS, OPS, & OMS, 1999.

Estándares de calidad ambiental para aire

Los estándares de calidad ambiental (ECA) establecen concentraciones de sustancias presentes en el ambiente que no van a generar daño a la salud y el ambiente.

Según el artículo 2 del D.S 003-2017-MINAM, “los ECA para aire, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios”.

Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más 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 inercia/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 inercia/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 veces al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Metodo para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrogeno (H2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: Anexo del D.S. N° 003-2017-MINAM, 2017.

Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas

Según el artículo 6 de la Resolución Ministerial N° 315-96-EM-VMM, “establece que las concentraciones de Gases y Partículas presentes en el ambiente de zonas habitadas ubicadas dentro del área de influencia de la Unidad Minero-Metalúrgica, no deberán superar los Niveles de Calidad de Aire vigentes en el país, por efecto de las emisiones de dicha Unidad”.

Tabla 4. Niveles Máximos Permisibles de Calidad de Aire

Parámetro	Concentración media aritmética diaria Ug/m3(ppm)	Concentración media aritmética anual Ug/m3(ppm)	Concentración media geométrica anual Ug/m3
Anhídrido sulfuroso	572 (0.2)*	172 (0.06)	-
Partículas en suspensión	350*	-	150
Plomo	-	0.5	-
Arsénico	6	-	-

Fuente: Anexo 3 de la R.M. N° 315-96-EM-VMM, 1996.

El modelo AERMOD VIEW

El modelo de dispersión **AERMOD** “Es un modelo de penacho de estado estacionario que incorpora la dispersión del aire basado en la estructura de turbulencia de la capa límite de la atmosfera y los conceptos de escalamiento, incluyendo el tratamiento de las fuentes superficiales y elevadas, y de terreno, tanto simple como complejo. Así mismo también incorpora los efectos de corriente descendente generada por los edificios (Building Downwash). El modelo, es aplicable a zonas rurales y urbanas, terreno llano o irregular para el estudio de los fenómenos de contaminación en un ámbito espacial con un alcance no mayor a los 10 km, para fuentes de emisión estacionarias. Además, su formulación fue diseñada de tal manera que evite discontinuidades, ante variaciones en los datos de entrada, no provoquen grandes cambios en los resultados del modelo” (Environmental, 2002).

AERMOD “Incorpora los conceptos de dispersión del aire en terreno simple, intermedio o complejo, y hace la dispersión de la pluma impactando en el terreno y/o siguiendo la topografía. Además, puede caracterizar la capa límite planetaria mediante una parametrización de la superficie y de la capa de mezcla. Esta caracterización se realiza al construir perfiles verticales de las variables meteorológicas consideradas como representativas” (Valdes, 2002).

Estructura del Modelo

Está compuesto por tres componentes separados (Ver Ilustración N° 01).

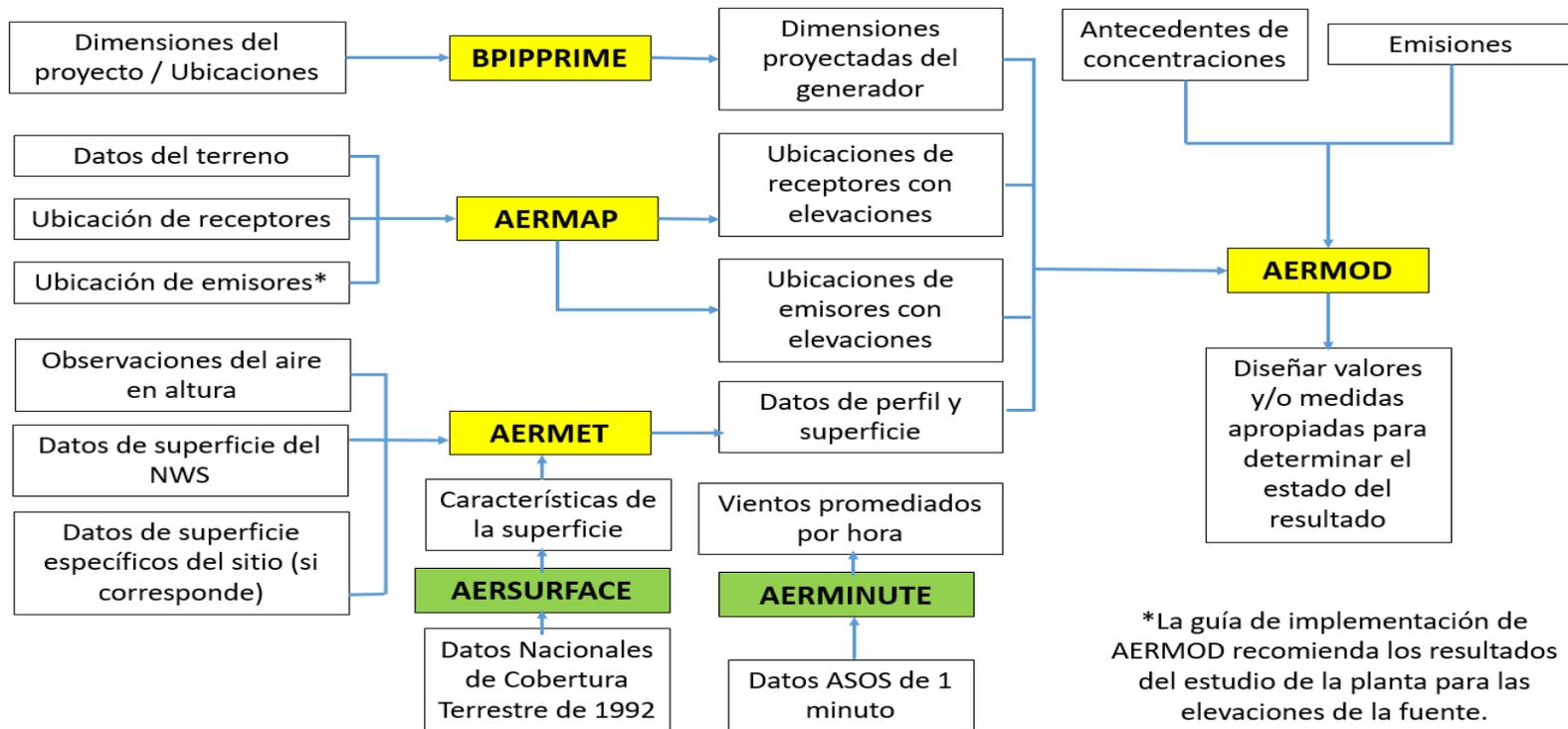
AERMAP

En un preprocesador topográfico cuya finalidad permite simplificar y estandarizar los datos de terrenos de **AERMOD**. El cual cumple la función de la altitud (m.s.n.m.) de las fuentes de emisión, de los receptores entre otros parámetros del modelo.

AERMET

Es un preprocesador meteorológico, su objetivo es determinar la altura de mezcla y otros factores en base a cuatro principales parámetros meteorológicos (temperatura, cobertura de nubes, velocidad y dirección de viento) y parámetros de superficie (rugosidad, razón de Bowen y albedo), determinados mediante la base de datos de **AERSURFACE**. Siendo estos parámetros de la Capa Límite Planetaria usados por el **AERMOD**.

Ilustración 1. Diagrama de bloques del modelo de dispersión AERMOD y sus procesadores



Fuente: Elaboración propia.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Contaminación

“La contaminación es la presencia en el aire de olores desagradables y de materiales nocivos, en cantidades lo suficiente grandes como para producir efectos nocivos en la salud, la ecología y la infraestructura. Muchos de estos materiales nocivos entran en la atmósfera proveniente de fuentes que, en la actualidad, se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas” (Minam, 2014).

2.3.2. Contaminantes del aire

“De manera genérica se puede definir como contaminante, toda materia o sustancia, sus combinaciones o sus derivados químicos y biológicos, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualesquiera otros agentes que al incorporarse o adicionarse al ambiente, puedan alterar o modificar sus características naturales; también se considera como un contaminante a toda forma de energía, como calor, radiactividad y ruido, que alteren el estado natural del ambiente” (Minam, 2014).

2.3.3. Concentración de contaminantes

Es la cantidad de contaminante por unidades de volumen. La concentración de los diversos agentes contaminantes en la atmósfera se expresa habitualmente en dos tipos de unidades:

- Unidades volumen/volumen: cm^3/m^3 (ppm) o mm^3/m^3 (ppb).
- Unidades de masa/volumen: mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3.4. Emisión

“La emisión es la concentración de contaminantes que vierte un foco determinado, se mide a la salida del foco emisor” (Minam, 2014).

2.3.5. Fuentes de emisión.

“Todas aquellas capaces de emitir contaminantes a la atmosfera, pudiendo tener un origen natural o antropogénico” (Minam, 2014).

2.3.6. Material particulado.

“Es aquel material sólido o líquido finamente dividido, cuyo diámetro aerodinámico es inferior a cien micrómetros” (Minam, 2014).

2.3.7. Monitoreo.

“Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento a las emisiones o inmisiones del proceso” (Minam, 2014).

2.3.8. Rosa de viento.

“Es un diagrama vectorial que se utiliza en meteorología y climatología para representar la intensidad y frecuencia de los vientos de cada dirección para una determinada localización geográfica” (Minam, 2014).

2.3.9. Viento.

“Movimiento del aire causado por las diferencias de presiones barométricas” (Minam, 2014).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con la simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo determinara la presencia de material particulado.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- Los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo son el material particulado y gases.
- Los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir, hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo intervienen como el medio de arrastre de los contaminantes.
- Los tipos de actividades mineras genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo son las actividades de explotación, procesamiento, transporte y generación de residuos.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Simulación y/o modelamiento.

2.5.2. Variable dependiente

Concentración de contaminantes atmosféricos.

2.5.3. Variable interviniente

- Material Particulado
- Dirección de Viento

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 5. Operacionalización de Variables

TÍTULO: SIMULACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROVENIENTES DE LAS FUENTES DE LA UNIDAD MINERA EL PORVENIR EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE MILPO - 2020			
DEFINICIÓN DE VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><u>Independiente:</u></p> <p>Simulación y/o modelamiento</p> <p>Aplicación.- “La modelación es mostrar la dispersión en la atmósfera de emisiones que proceden de alguna fuente dependen de muchos factores tales como la naturaleza física y química de los efluentes, las características meteorológicas del ambiente, la ubicación de la fuente en relación con las obstrucciones al movimiento del aire y la naturaleza del terreno que se encuentra en la dirección del viento que viene de la fuente”.</p>	<p>Con la simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo determinara la alta presencia de material particulado y de metales pesados.</p>	<p>Coordinación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ X₁: Partículas PM-10 ▪ X₂: Partículas PM-2.5 ▪ X₃: Dirección del Viento ▪ X₄: Fuente de Emisión de Contaminantes.
<p><u>Dependiente:</u></p> <p>Concentración de contaminantes atmosféricos</p> <p>Es la cantidad de contaminante por unidades de volumen. La concentración de los diversos agentes contaminantes en la atmósfera se expresa habitualmente en dos tipos de unidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unidades volumen/volumen: cm^3/m^3 (ppm) o mm^3/m^3 (ppb). • Unidades de masa/volumen: mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 		<p>Simplificación de requisitos</p>	

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Se realizó el tipo de investigación no experimental¹ sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trató de estudios donde no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es de una investigación “Descriptiva”² en un primer instante, donde se va a describir lo que se observa en un determinado momento, y está orientada al conocimiento de la realidad, para luego continuar como “Explicativo”, explicar lo que la variable independiente ocasiona en la dependiente y finalmente con las estimaciones realizadas por cada tipo de

¹ Hernández Sampieri, Roberto, op.cit, p. 159.

² Cfr. Ibídem, pp. 100-116.

contaminante comparar con los límites permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental.

3.3. Métodos de investigación

La investigación a emplear es el método de recolección de información en campo y posterior el análisis de información, trabajo estadístico y simulación con el uso del Software. A través de este método se determina y conoce la naturaleza de una situación en la medida en que ella existe en el tiempo del estudio.

3.4. Diseño de investigación

El estudio aplica un método de diseño no experimental³ debido a que no se manipularon las variables, de la forma transeccional (se recolectaron los datos en un solo momento, en un tiempo único) luego de la recolección de datos se procedió a estimar la concentración de cada uno de los seis tipos de contaminantes que generan las fuentes móviles; con estos resultados se realizó la comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire para determinar si estos superaron los Límites Máximos Permisibles.

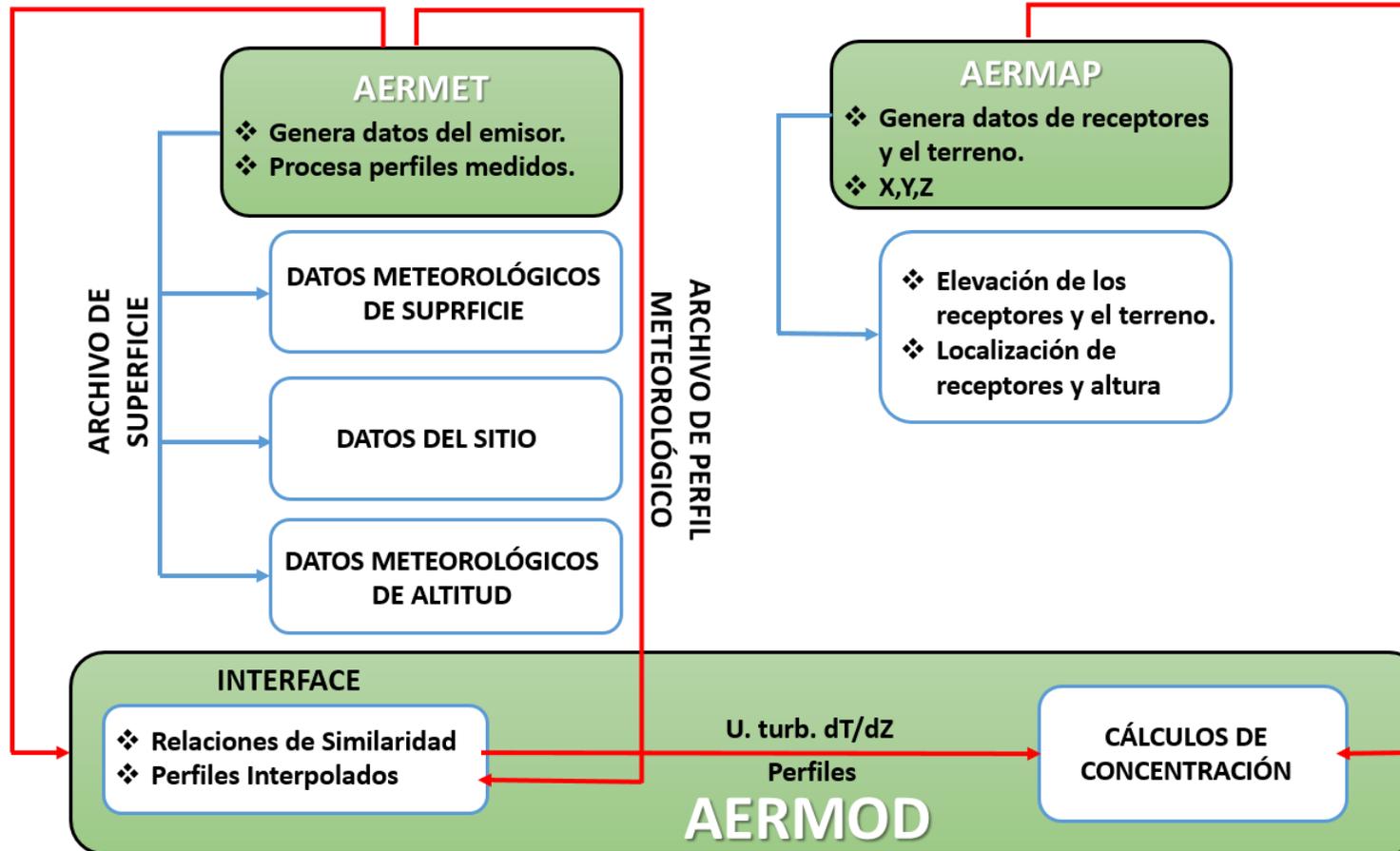
El diseño de investigación se encuentra estructurado por etapas basado en un sistema de modelamiento recomendado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)⁴ en estado estacionario que incorpora la recolección de información primaria y secundaria (datos del área de investigación georeferenciados en sistema de coordenadas UTM WGS-84, datos meteorológicos de superficie y de altitud, y datos de análisis de monitoreo), seguidamente se procede a la generación de datos de receptores y del terreno a

³ Hernández Sampieri, Roberto, Metodología de la investigación, Sexta edición, pp. 152-159.

⁴ <https://espanol.epa.gov/>

intervenir para luego ser exportados a una interfaz de relaciones de similaridad y perfiles interpolados para la obtención del cálculo de concentración de contaminantes atmosféricos mediante la simulación y/o modelamiento de **AERMOD** y **ArcGis**, para mayor detalle se presenta el siguiente diagrama de bloques.

Ilustración 2. Diagrama de bloques de simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Población y muestra

Población

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Seltiz, 1974) tales como las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte y disposición de residuos ubicados en la U.M. El Porvenir y el área del Centro Poblado de San Juan de Milpo que abarca una extensión de 1.231 km²⁵.

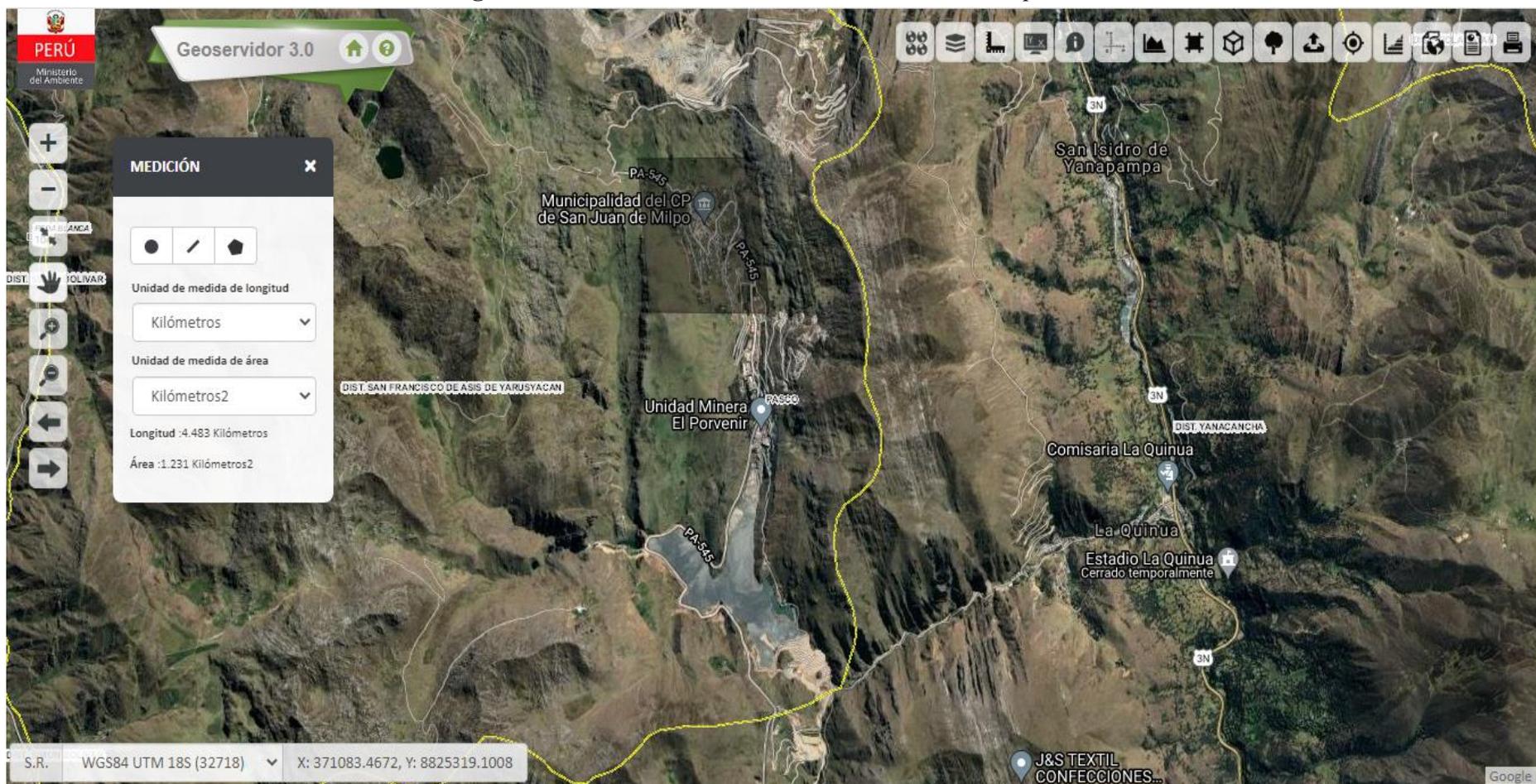
Tabla 6. *Actividades aprobadas que cuenta el Titular para la UM El Porvenir*

Actividad y/o proceso	Entidad que aprobó	Resolución Directoral
Exploración	MINEM	R.D. N° 023-97- EM/DGM (PAMA)
Explotación	MINEM	R.D. N° 379-2001- EM-DGAA (2 000 a 3 150 TMPD)
Beneficio	SENACE	R.D. N° 319-2017- SENACE/DCA (Ampliación de la Capacidad a 9000 TPD)
Transporte	MINEM	R.D. N° 023-97- EM/DGM (PAMA)
Disposición de residuos	MINEM	R.D. N° 023-97- EM/DGM (PAMA)

Fuente: INFORME N° 335-2018-SENACE-PE/DEAR, Evaluación del Quinto Informe Técnico Sustentatorio para la Modificación de Componentes Auxiliares de la Unidad Minera El Porvenir, presentado por Nexa Resources El Porvenir S.A.C., pp. 5-6.

⁵ Calculado mediante software Geoservidor 3.0 – MINAM.

Imagen 1. Calculo del área del C.P. de San Juan de Milpo



Fuente: <https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geominam>

Muestra

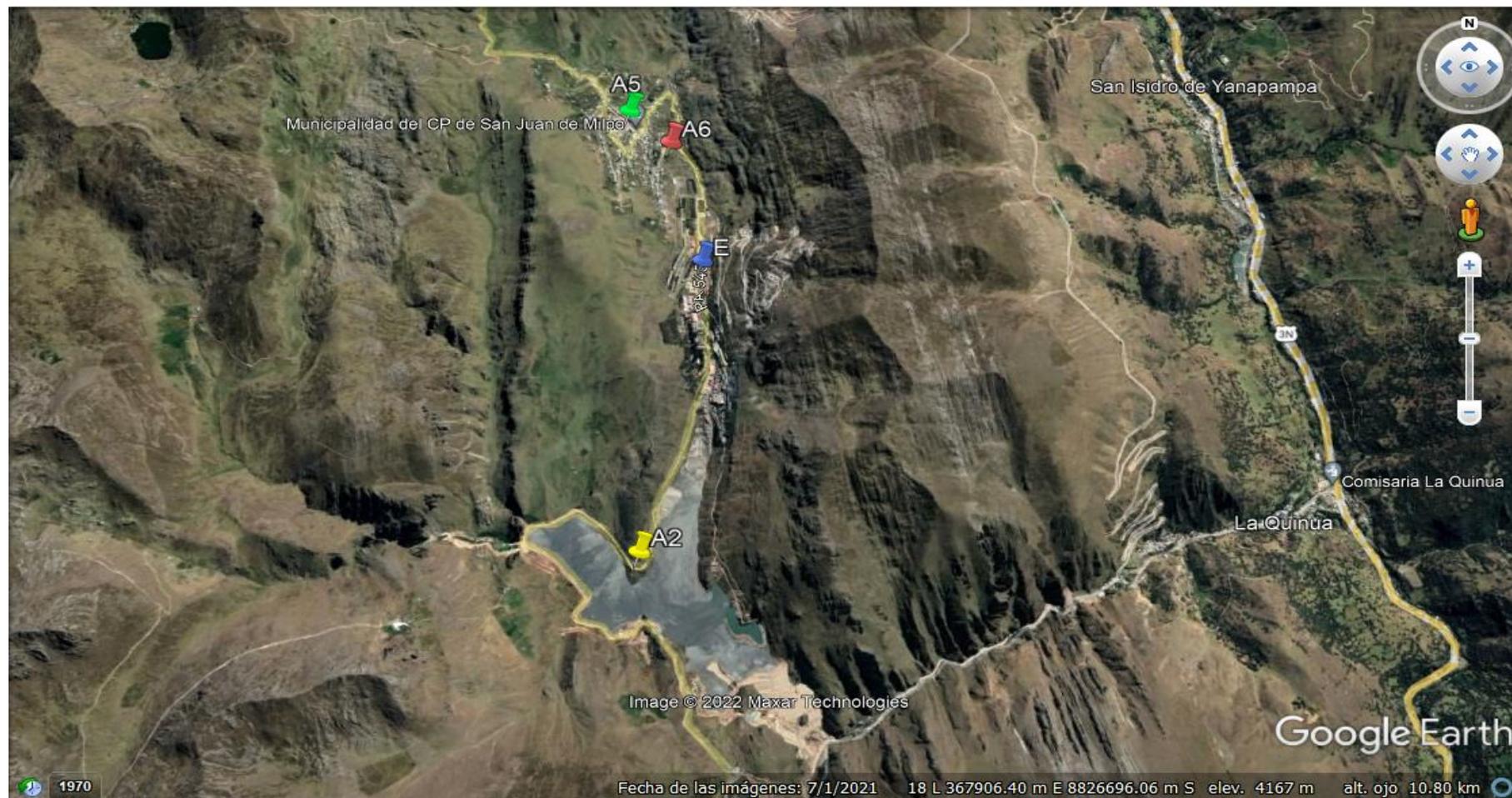
La muestra es definida como un subgrupo de la población (Sudman, 1976), porque de acuerdo a una elección de muestras a nivel no probabilística de 8 puntos de estaciones de monitoreo de calidad de aire será aleatorio, 4 estaciones de monitoreo ubicados en la población de San Juan de Milpo y otras 4 estaciones de monitoreo ubicados dentro de la Unidad Minera El Porvenir.

Tabla 7. *Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en el C.P. de San Juan de Milpo*

Coordenadas UTM (WGS 84)			Ubicación estación de monitoreo
Punto	Norte	Este	
A 2	8 825 773	367 218	Curva de la carretera de ingreso a MILPO
E	8 827 494	367 520	Jardín Hospital
A 5	8 828 418	367 119	En el Centro Poblado de San Juan de Milpo (Plaza principal)
A 6	8 828 234	367 343	Centro Poblado de San Juan de Milpo a 200 m del Portón Socorro

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre, 2020.

Imagen 2. *Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en el C.P. de San Juan de Milpo*



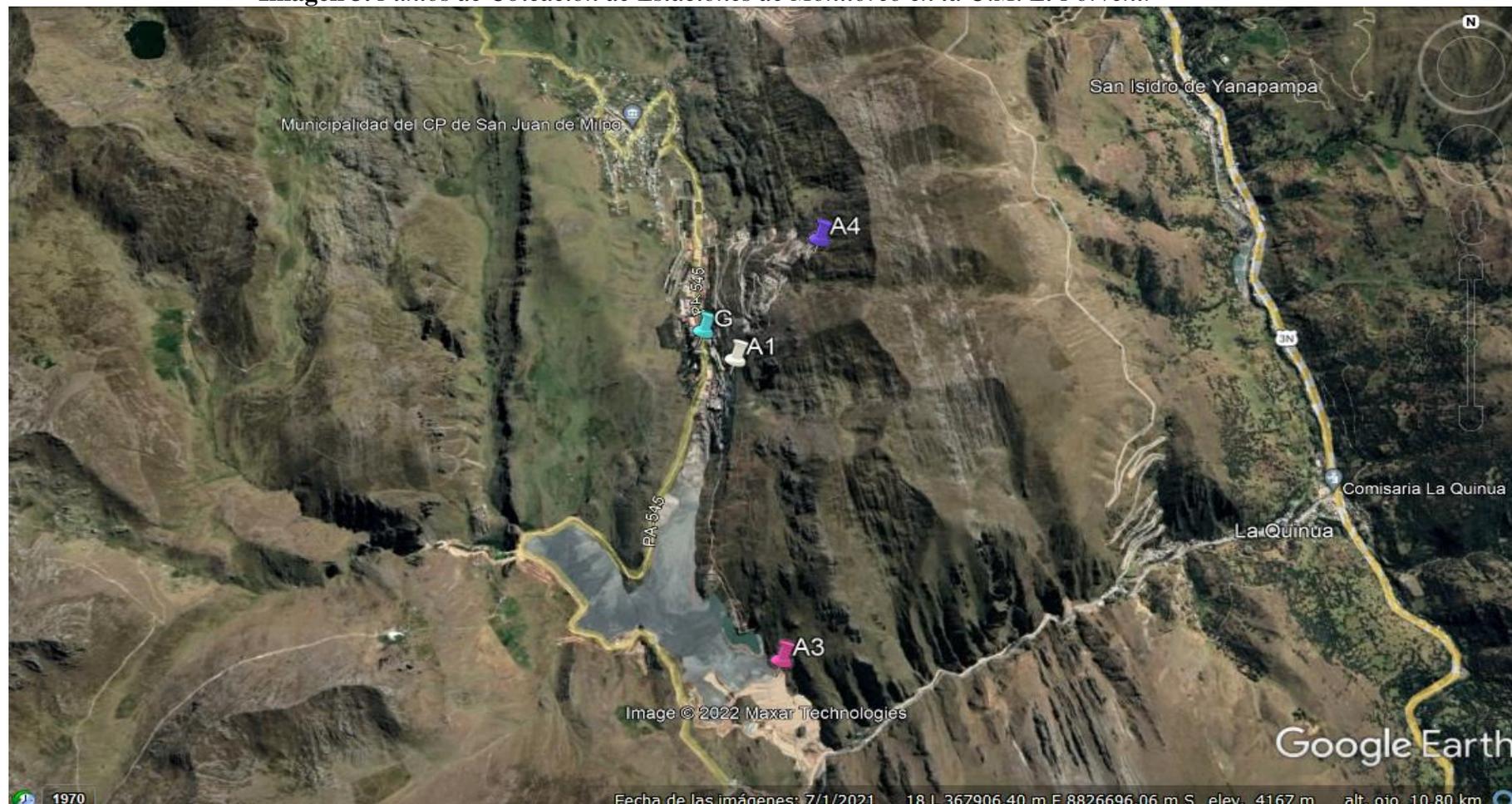
Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Tabla 8. *Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en la U.M. El Porvenir*

Coordenadas UTM (WGS 84)			Ubicación estación de monitoreo
Punto	Norte	Este	
G	8 827 087	367 543	Jardín Staff
A 3	8 825 220	367 957	Cancha de Relave
A 1	8 826 914	367 715	Cerca de la Faja Transportadora, a una distancia aproximada de 60 m.
A 4	8 827 562	368 146	Depósito de desmonte Nivel +150 a 200 m de la sub estación eléctrica

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre, 2020.

Imagen 3. Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo en la U.M. El Porvenir



Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos empleada es la documentación, apoyada por el instrumento de recolección de datos, en relación al tiempo y cantidad.

A continuación se detallan los instrumentos:

- ✓ Monitoreo de calidad de aire
- ✓ Laptop
- ✓ GPS
- ✓ Software Microsoft Office (Word, Excel 2013)
- ✓ Software Arc Gis y AEROMOD View
- ✓ Materiales de escritorio

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Previo a la ejecución del trabajo de investigación para la validación y confiabilidad del instrumento de investigación se utilizó el programa estadístico Software Microsoft Office (Excel 2013) y AEROMOD VIEW

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos de la base de datos serán utilizados para analizar las variables de estudio, a través del programa estadístico Software Microsoft Office (Excel 2013) y AEROMOD VIEW. Asimismo, los resultados pertinentes al estudio, para obtener las medidas descriptivas de tablas de frecuencia y figuras, lo cuales serán mostrados mediante tablas y figuras, con su correspondiente interpretación, de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación.

3.9. Tratamiento estadístico

Mediante el uso del Software Microsoft Office (Excel 2013), empleando técnicas de tabulación y expresando porcentualmente los resultados para posteriormente hacer un análisis e interpretación de datos.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente trabajo de investigación está orientado a la Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020, lo cual la información generada estará trabajada por el investigador de la presente tesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El monitoreo de calidad de aire y mediciones de parámetros meteorológicos se realizó los días 11 al 16 de octubre, 8 al 12 de noviembre y 06 al 10 de diciembre del 2020, en distintas fechas, este monitoreo se realizó cumpliendo el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones según el Ministerio de Energía y Minas y Normativa Ambiental vigente” instrumentos que permite estandarizar los criterios técnicos para el monitoreo ambiental del aire en el país, a fin de generar información de calidad, comparable, compatible, confiable y representativa.

Localización de la zona de estudio

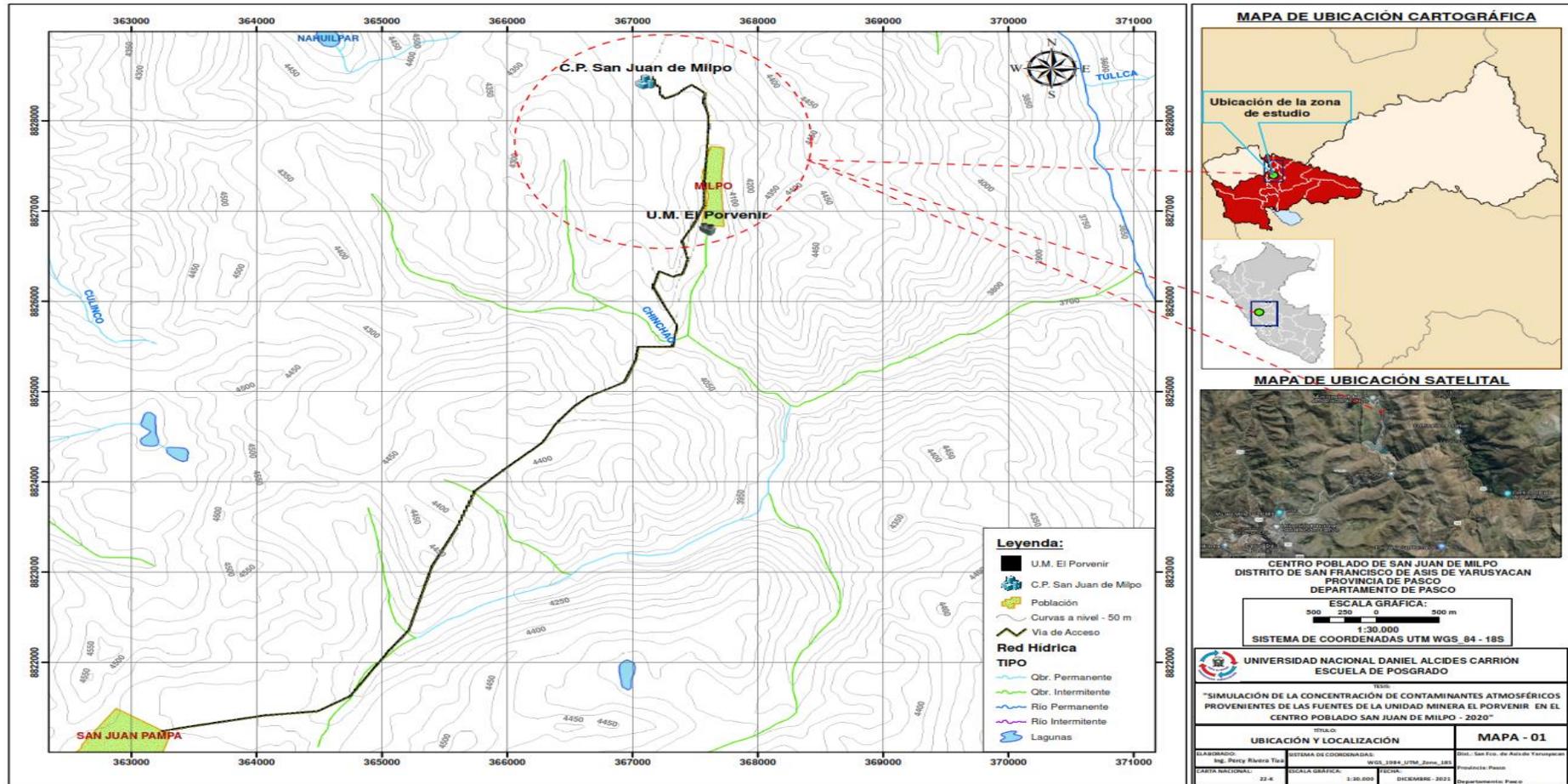
La investigación realizada queda ubicada en el centro poblado San Juan de Milpo e instalaciones aledañas de la empresa Nexa Resources de su Unidad Minera El Porvenir del distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán de la Provincia y Región Pasco a 4 100 m.s.n.m. y a 310 Km. al noreste de Lima.

Para llegar a la zona de estudio desde la capital Lima es mediante la carretera totalmente asfaltada Lima - La Oroya - Cerro de Pasco - San Juan de Milpo, con el siguiente itinerario:

- Lima – Oroya – Cerro de Pasco: 305 Km (Asfaltados)
- Cerro Pasco – San Juan de Milpo / El Porvenir: 16 Km (Vía afirmada)

Para un mejor detalle de su ubicación se puede observar el Mapa N° 01 de la presente investigación.

Mapa 1. Mapa de ubicación y localización del Centro Poblado de San Juan de Milpo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN ARCGIS.

4.1.1 Ubicación de los Puntos de Monitoreo

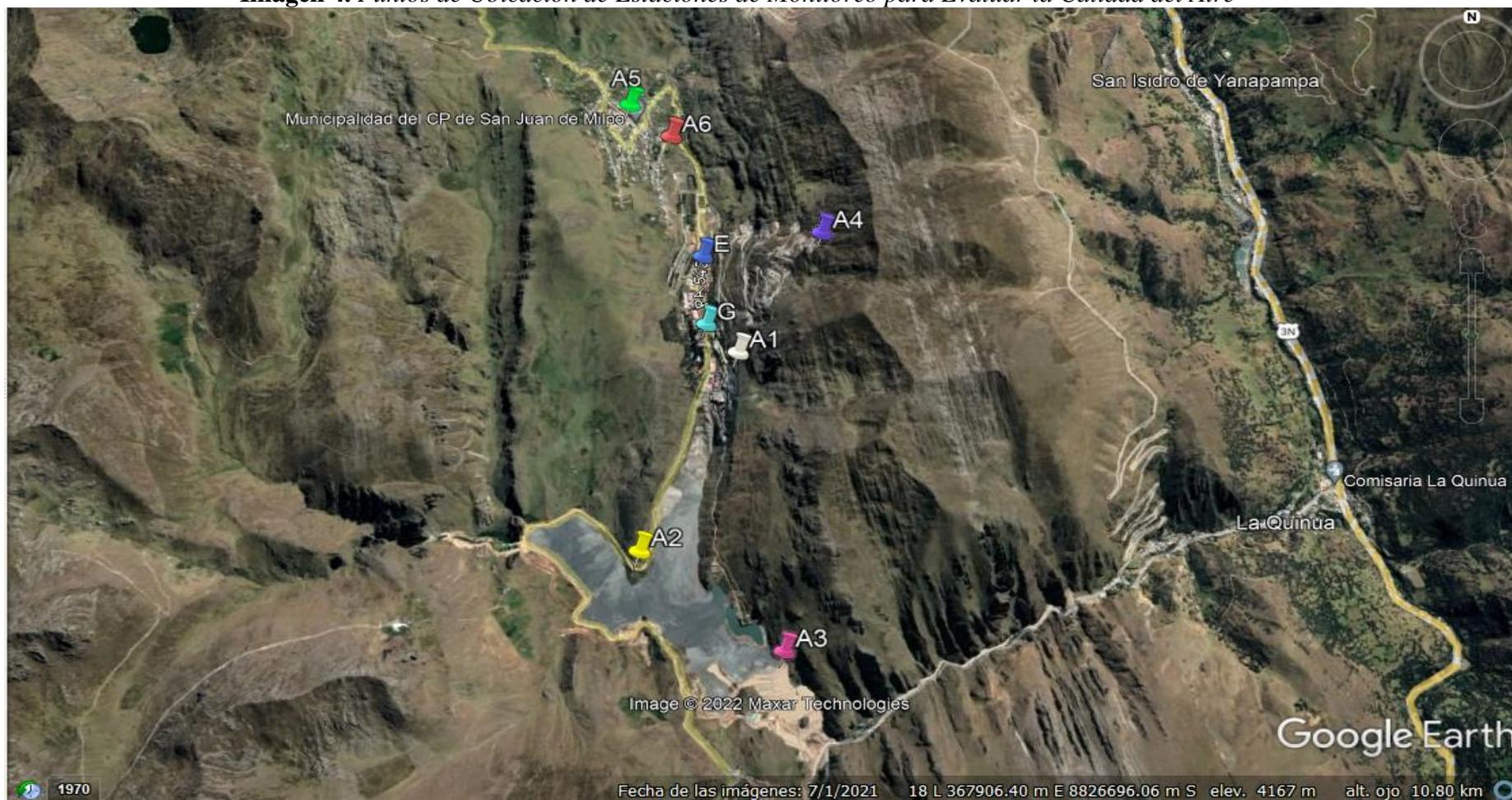
Los puntos de monitoreo geográficamente para evaluación la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado de San Juan de Milpo ubicada en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán de la provincia y región de Pasco, siendo detallados en la Tabla 9 con una descripción en coordenadas UTM, sistema de georeferenciación WGS 84 y zona 18 Sur, asimismo; se detalla estos puntos geográficos en la Imagen 04 y Mapa 02.

Tabla 9. *Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire*

Coordenadas UTM (WGS 84)			Ubicación
Puntos	Norte	Este	
A2	8 825 773	367 218	Curva de la carretera de ingreso a MILPO
E	8 827 494	367 520	Jardín Hospital
G	8 827 087	367 543	Jardín Staff
A3	8 825 220	367 957	Cancha de Relave
A5	8 828 418	367 119	En el Centro Poblado de San Juan de Milpo (Plaza principal)
A1	8 826 914	367 715	Cerca de la Faja Transportadora, a una distancia aproximada de 60 m.
A4	8 827 562	368 146	Depósito de desmonte Nivel +150 a 200 m de la estación eléctrica
A6	8 828 234	367 343	Centro Poblado de San Juan de Milpo a 200 m del Portón Socorro

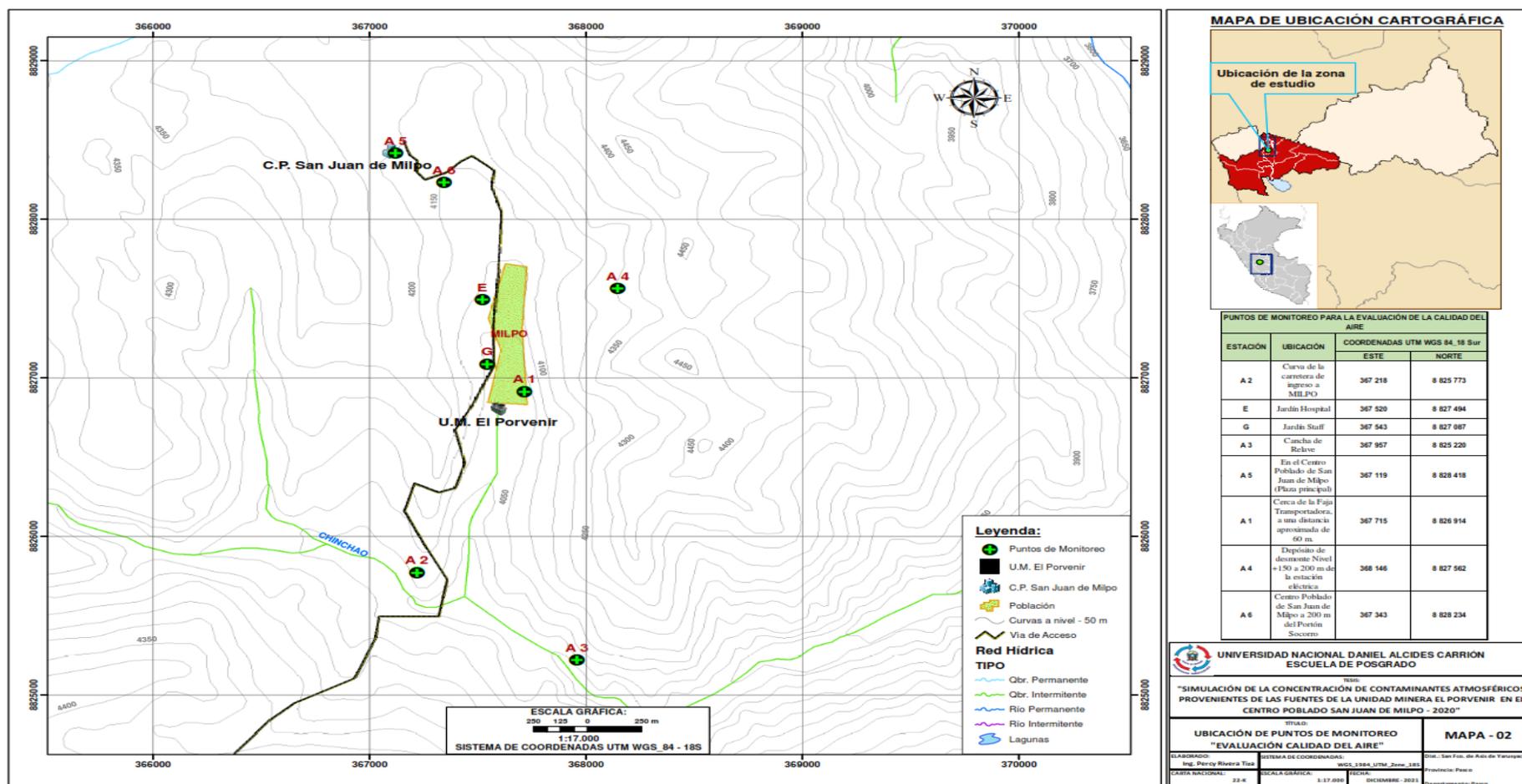
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre, 2020.

Imagen 4. *Puntos de Ubicación de Estaciones de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire*



Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Mapa 2. Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS.

4.1.2 Metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados

En la tabla N° 10 se muestra la metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados.

Tabla 10. Metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados

Parámetros de Medición	Unidad	Metodología
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA CFR 40 Part 50 Appendix J: 1990; Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L 2006; Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
Arsénico	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS) (Validado).
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS) (Validado).
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA 40 CFR Part 50 Appendix A-2:2010; Method for the Determination of sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Mercurio Gaseoso Total	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Total (Hg)
Benceno	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-27: 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
Monóxido de Carbono	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-15: 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
Ozono	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-17: 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
Dióxido de	ug/m^3	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de

Parámetros de Medición	Unidad	Metodología
Nitrógeno		Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

Fuente: SGS del Perú.

4.1.3 Parámetros Meteorológicos

El registro de los parámetros meteorológicos fue determinado con la estación portátil implementada con sensores y registradores de marca Davis Vantage Pro 2.

Cada estación meteorológica registró valores horarios de temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección de viento propios de la zona de monitoreo y la estación del año.

Tabla 11. *Equipo de Estación Meteorológica*

Equipo	Marca del Equipo	Modelo	Rango de Medición	Exactitud	Resolución
Estación Meteorológica	Davis	Vantage Pro 2	Temperatura -45 a 65 °C	+/- 0.5 °C	0.1 °C
			Presión 880 a 1080 mBar	+/- 1.7 mBar	0.1 mBar
			Humedad 0 – 100 %	+/- 5%	1%
			Velocidad de vientos 0 a 282 kph	+/- 5%	0.1 kph
			Dirección de vientos Incrementos de 1° ó 10°	+/- 7°	1°
			Radiación solar 0 – 1800 W/m2	+/- 5%	1 W/m2

Fuente: Ficha técnica del equipo.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

De las actividades realizadas antes mencionadas para determinar la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la

Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo - 2020, los resultados y dadas por el laboratorio SGS del Perú S.A.C. se detalla a continuación los resultados que se obtuvieron:

4.2.1. Resultados de Análisis de Muestras

Los informes de ensayo de los resultados de las muestras monitoreadas y analizadas se encuentran en el Anexo N° 03 los cual también es certificado por un laboratorio acreditado por INACAL, como resumen de estos resultados damos a conocer lo siguiente:

Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire de los meses Octubre a Diciembre del 2020

Para la evaluación de la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo – 2020 se realizó el monitoreo en 8 puntos de estaciones de monitoreo.

Tabla 12. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Octubre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADI ENSE
		E	G	A2	A1			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	20.8	21.7	38.4	40.9	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	<6.0	6.1	8.1	<6.0	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	62	71	72	78	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	<1068	<1068	<1068	1,477	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.041	2	-	-
Mercurio gaseoso total	ug/m ³	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.001 041	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	0.0020	0.0020	0.0059	0.0072	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.0324	0.0455	0.2818	0.1747	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.0698	0.0891	0.7020	0.5714	-	-	120

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre, 2020.

Tabla 13. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Octubre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADI ENSE
		A4	A3	A5	A6			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	6.9	7.4	16.8	8.5	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	<6.0	<6.0	<6.0	<6.0	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	44	13	60	<13	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	<1068	<1068	<1068	<1068	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.041	2	-	-
Mercurio gaseoso total	ug/m ³	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.001 041	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0015	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.0099	0.0134	0.0077	0.0033	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.0247	0.0208	0.0268	0.0098	-	-	120

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre, 2020.

Tabla 14. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Noviembre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADI ENSE
		E	G	A2	A1			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	29.1	23.3	76.2	88.0	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.6	<6.0	13.0	7.8	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	82	54	60	35	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	<1068	<1068	1,509	<106 8	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.04 1	2	-	-
Mercurio gaseoso total	ug/m ³	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.00 1041	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	0.0071	0.0040	0.0130	0.015	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.1387	0.1230	0.6242	0.449	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.1225	0.1163	0.5762	0.715	-	-	120

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Tabla 15. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Noviembre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADI ENSE
		A4	A3	A5	A6			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	26.3	28.8	20.0	15.9	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	<6.0	6.5	<6.0	<6.0	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	46	80	52	81	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1,591	<1068	1,107	<1068	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.041	2	-	-
Mercurio gaseoso total	ug/m ³	0.00558 5	0.00523 6	0.005219	0.00506 6	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	0.0021	0.0022	0.0017	<0.0008	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.0361	0.0408	0.0154	0.0079	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.0560	0.0883	0.0296	0.0180	-	-	120

Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Tabla 16. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Diciembre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADIE NSE
		E	G	A2	A1			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	20.1	17.3	22.6	21.1	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.9	7.5	7.6	7.2	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	18	31	20	17	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	<1068	<1068	<1068	<1068	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.041	2	-	-
Mercurio gaseoso total	ug/m ³	<0.0010 41	<0.00104 1	<0.00104 1	<0.0010 41	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	0.0015	<0.0008	0.0042	0.0025	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.0313	0.0244	0.2619	0.0716	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.0486	0.0415	0.5247	0.2078	-	-	120

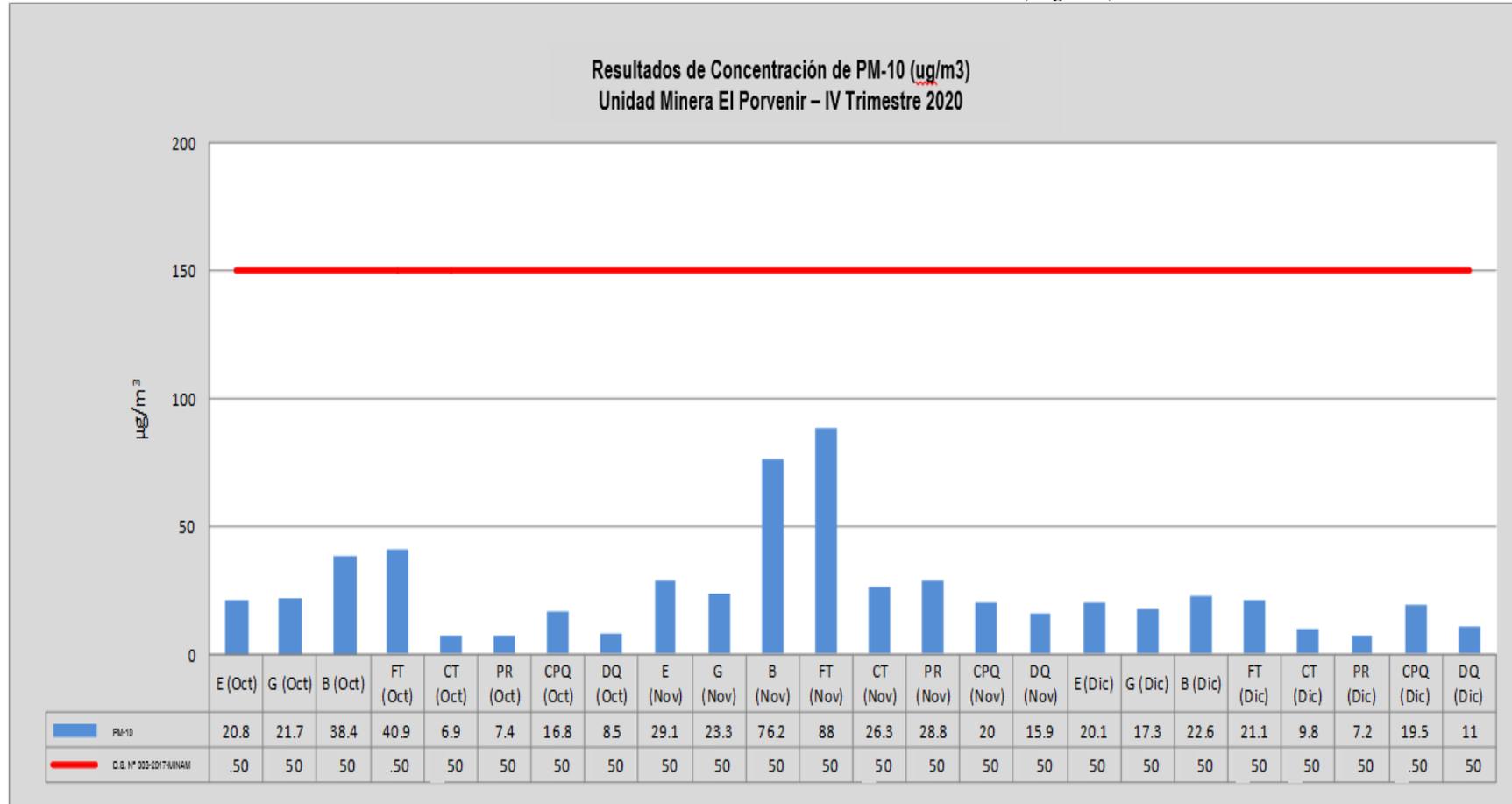
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Tabla 17. Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire – Diciembre

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES				D.S. N° 003- 2017- MINAM	R.M. N° 315-96- EM/V MM	NORMA CANADI ENSE
		A4	A3	A5	A6			
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	9.8	7.2	19.5	11.0	50	-	-
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	<6.0	<6.0	6.3	<6.0	25	-	-
Dióxido de Azufre	ug/m ³	<13	<13	<13	<13	250	-	-
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	<13	<13	<13	40	100	-	-
Monóxido de Carbono	ug/m ³	<1068	<1068	<1068	<1068	10000	-	-
Ozono	ug/m ³	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15	100	-	-
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1	150	-	-
Benceno	ug/m ³	<1.041	<1.041	<1.041	<1.041	2	-	-
HCT Expresados como Hexano	mg/m ³	<0.0010 41	<0.0010 41	<0.0010 41	<0.0010 41	2	-	-
METALES EN PM10 ALTO VOLUMEN								
Arsénico	ug/m ³	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0157	-	6	-
Plomo	ug/m ³	0.0048	<0.0020	0.0067	0.0175	1.5	-	-
Zinc	ug/m ³	0.0081	0.0063	0.0157	0.0293	-	-	120

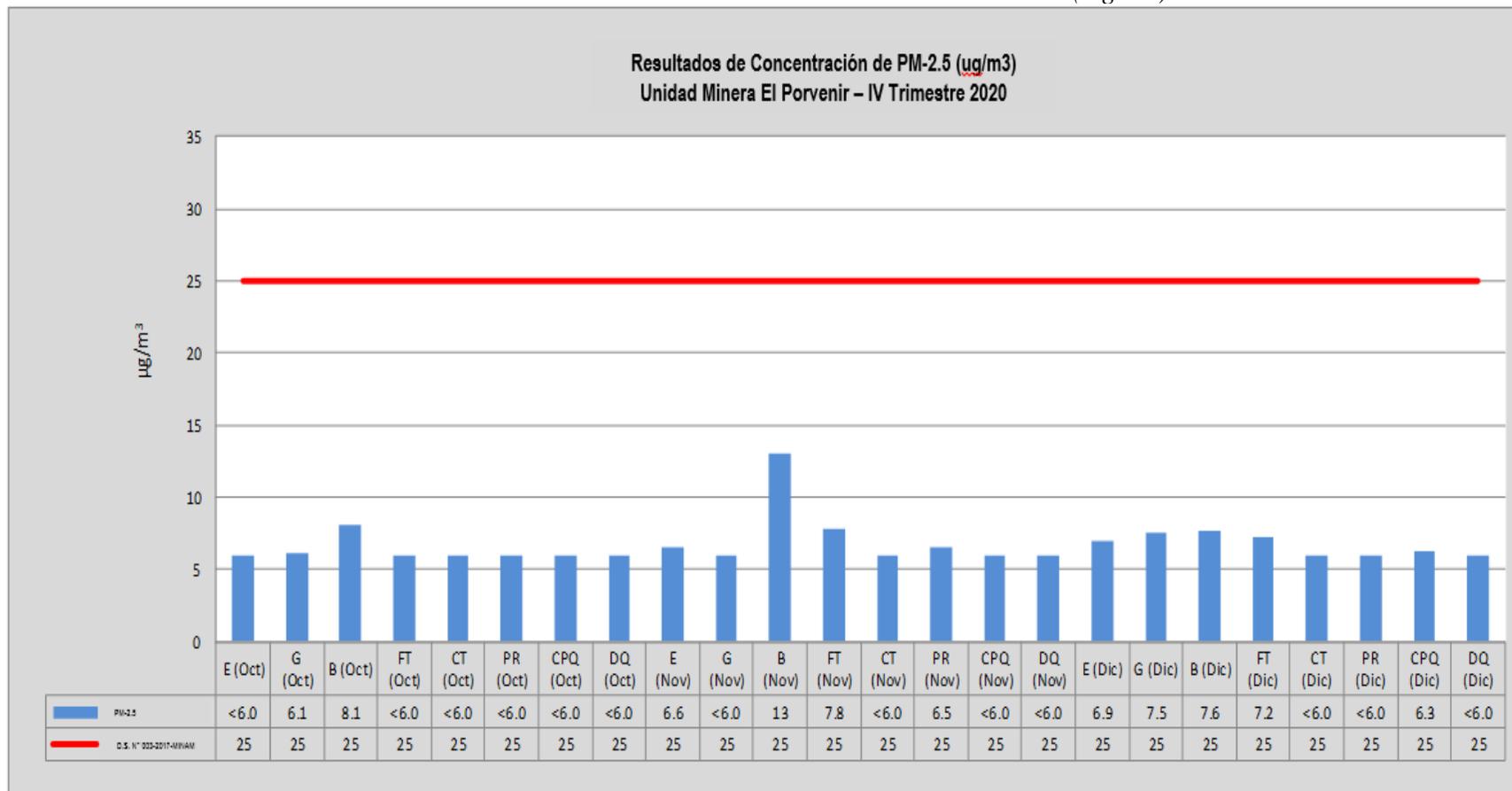
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 1. Resultados de Concentración de PM-10 (Ug/m3)



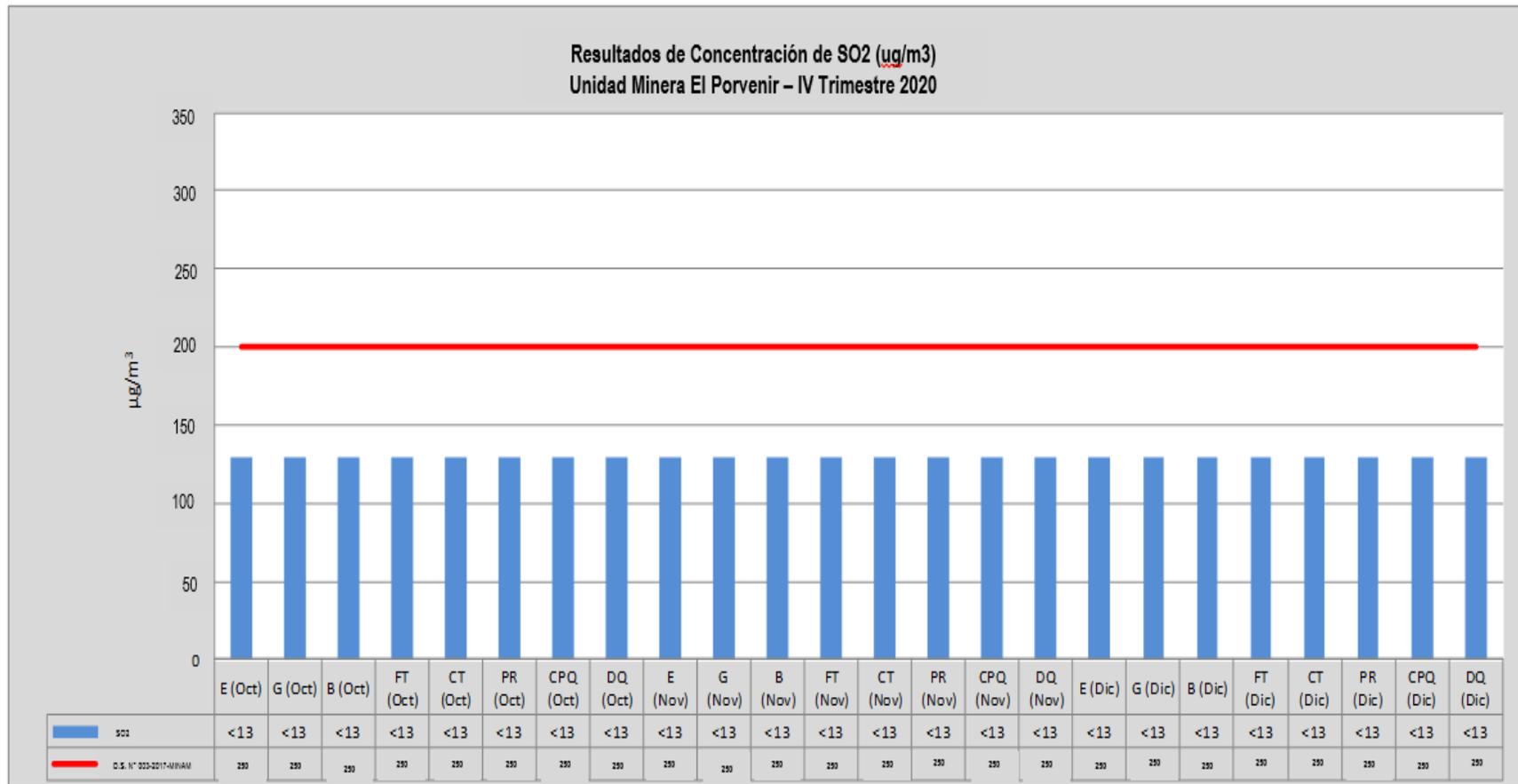
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 2. Resultados de Concentración de PM-2.5 (Ug/m3)



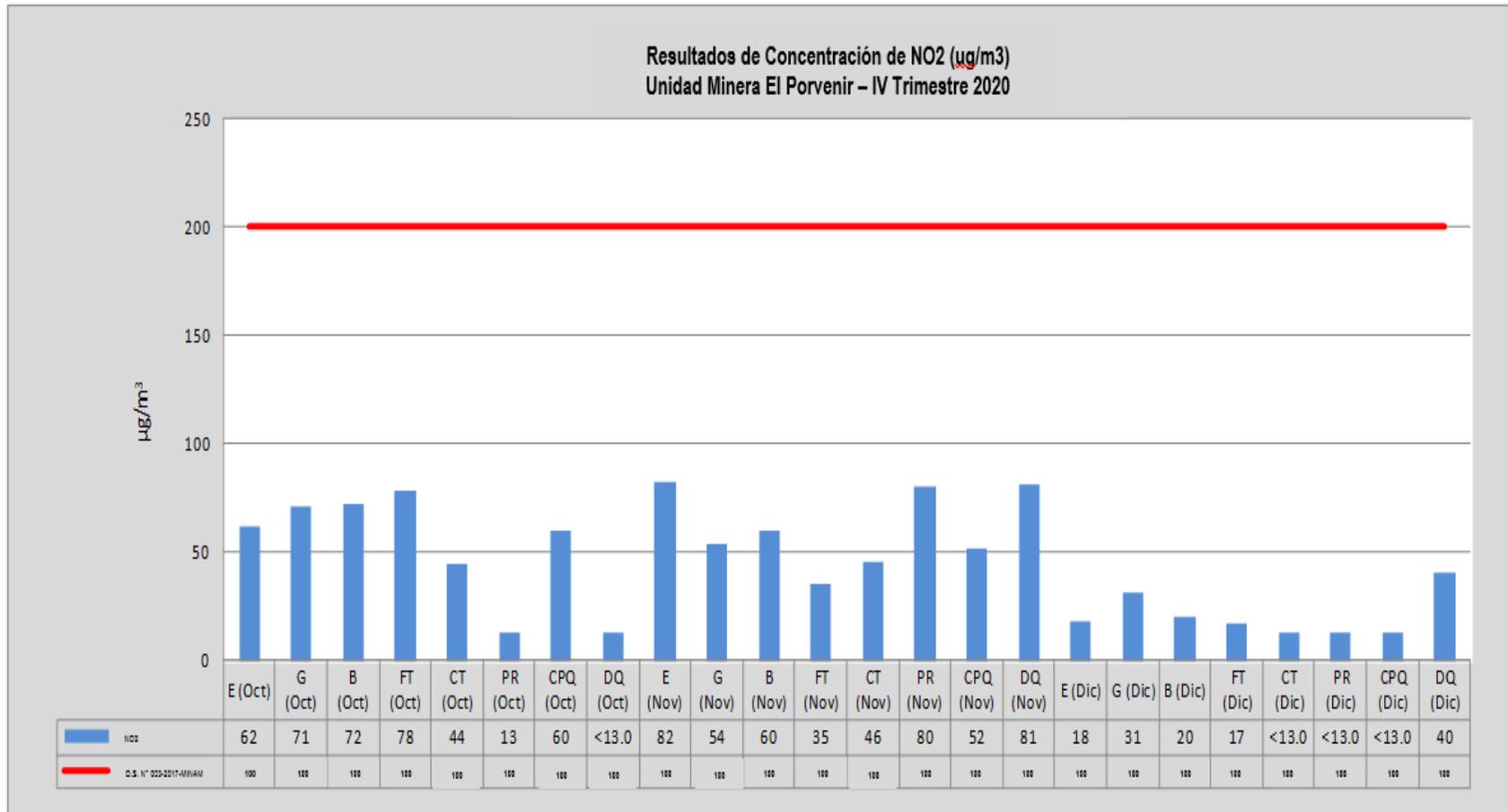
Fuente: Monitoreo de Calidadde Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 3. Resultados de Concentración de SO2 (Ug/m3)



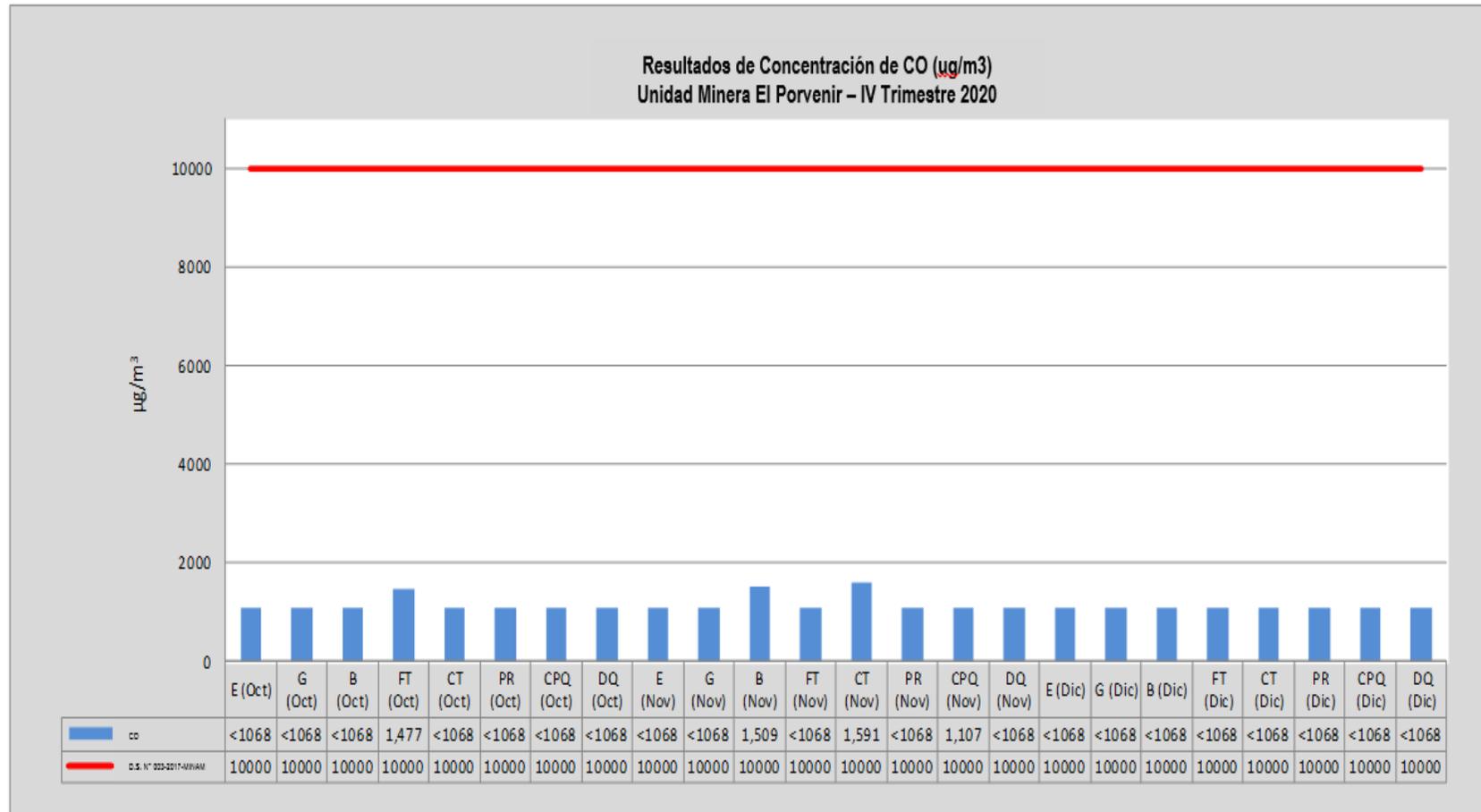
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 4. Resultados de Concentración de NO2 (Ug/m3)



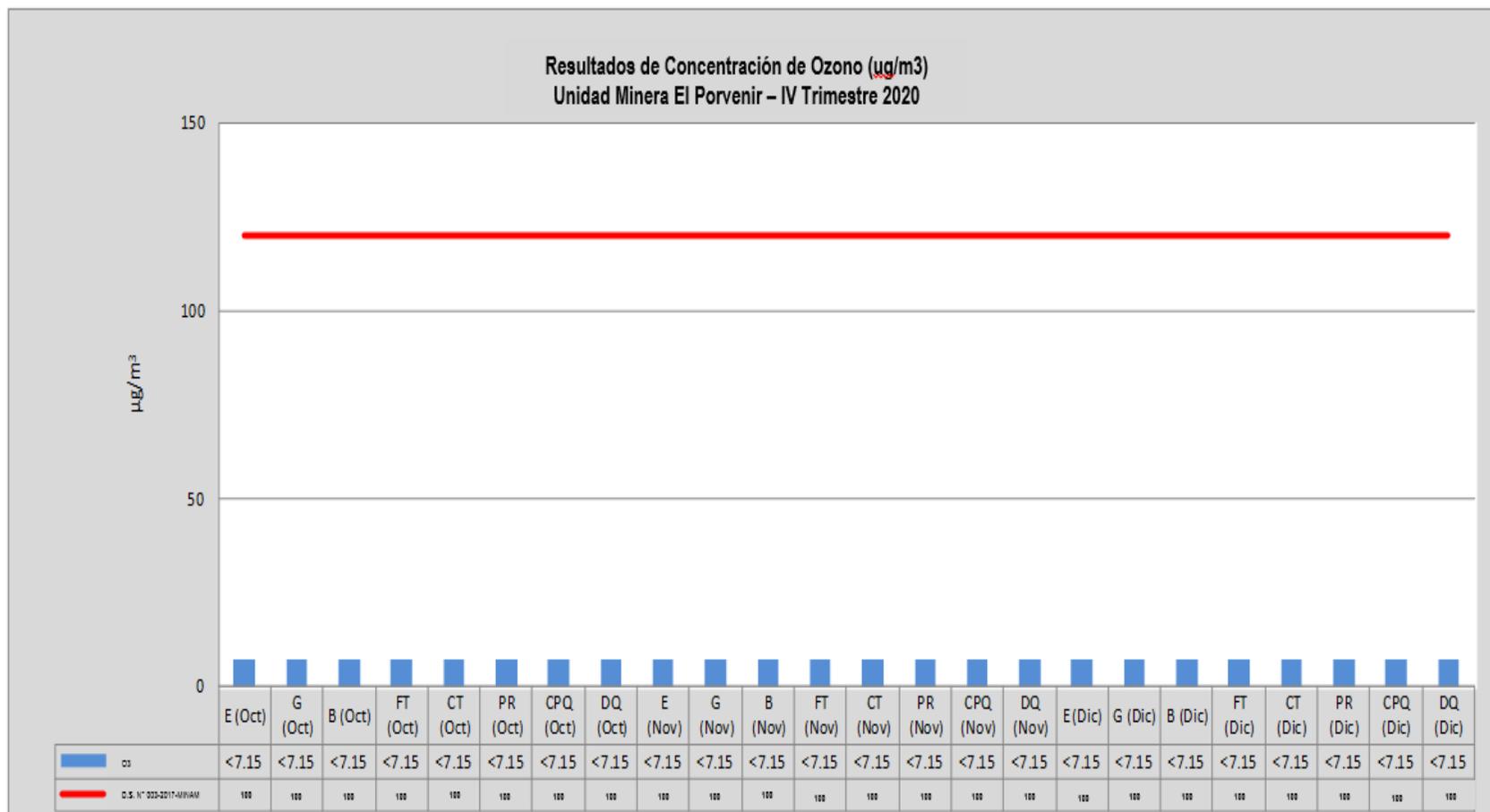
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 5. Resultados de Concentración de CO (Ug/m3)



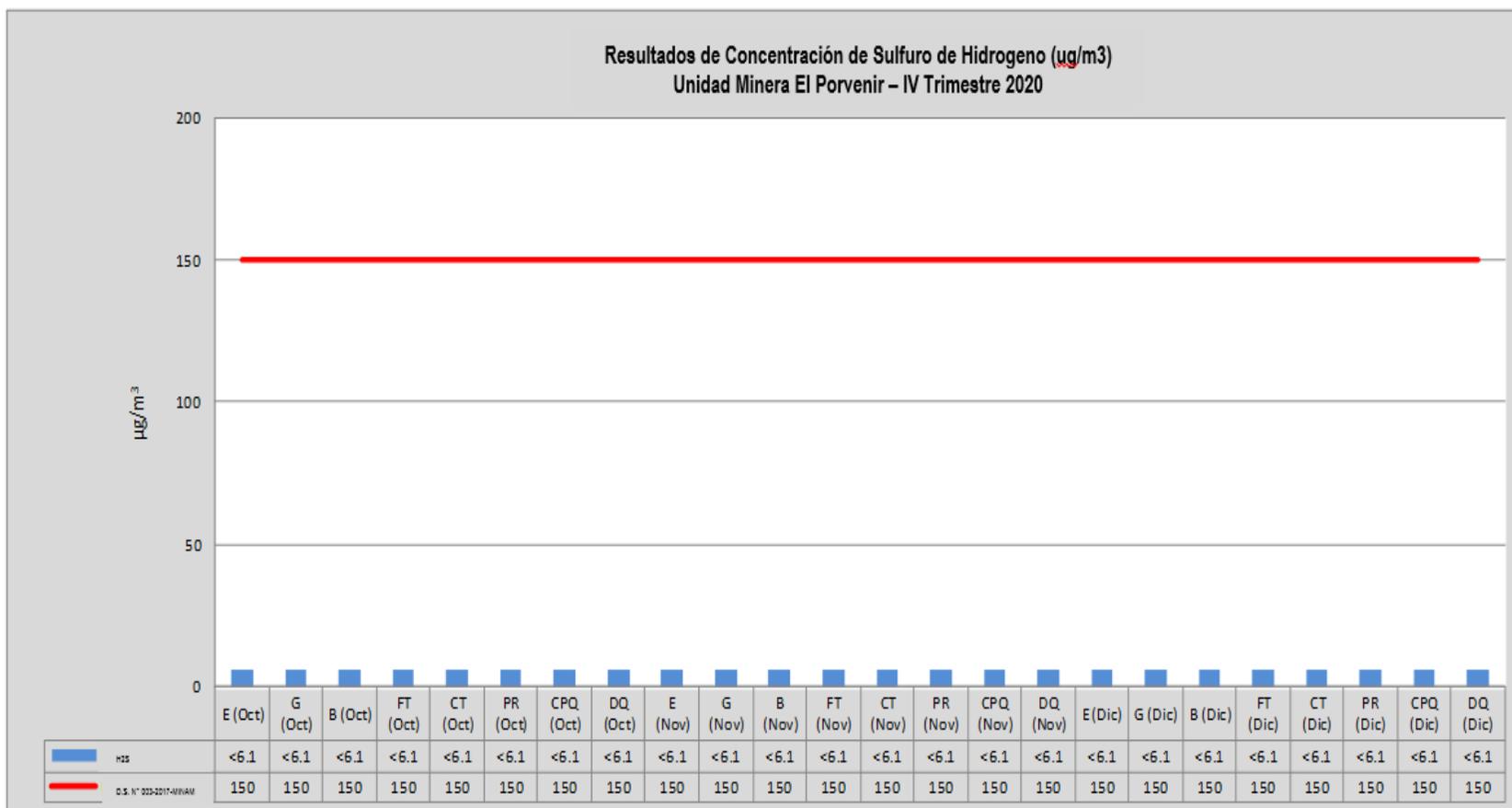
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 6. Resultados de Concentración de Ozono (Ug/m3)



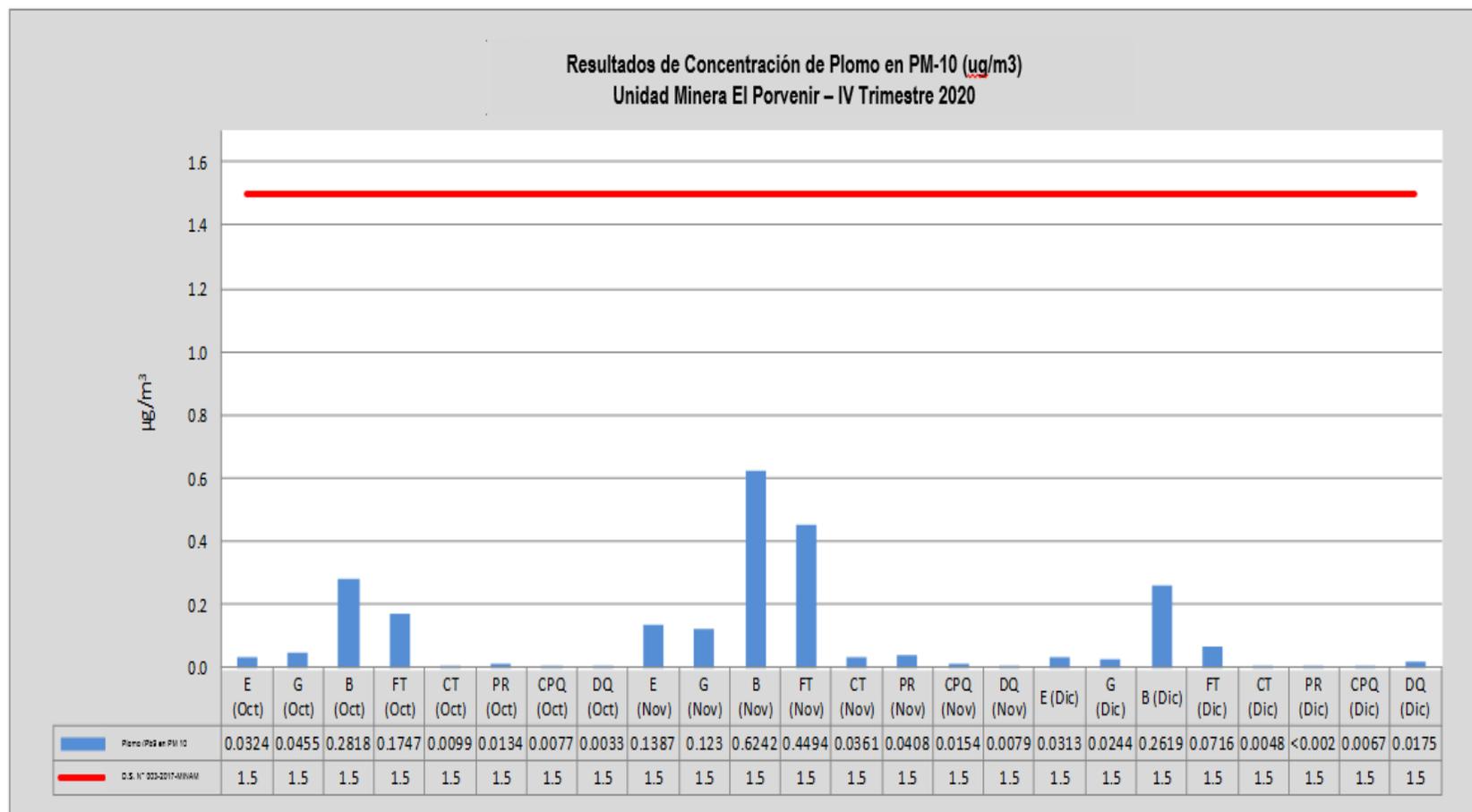
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 7. Resultados de Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (Ug/m3)



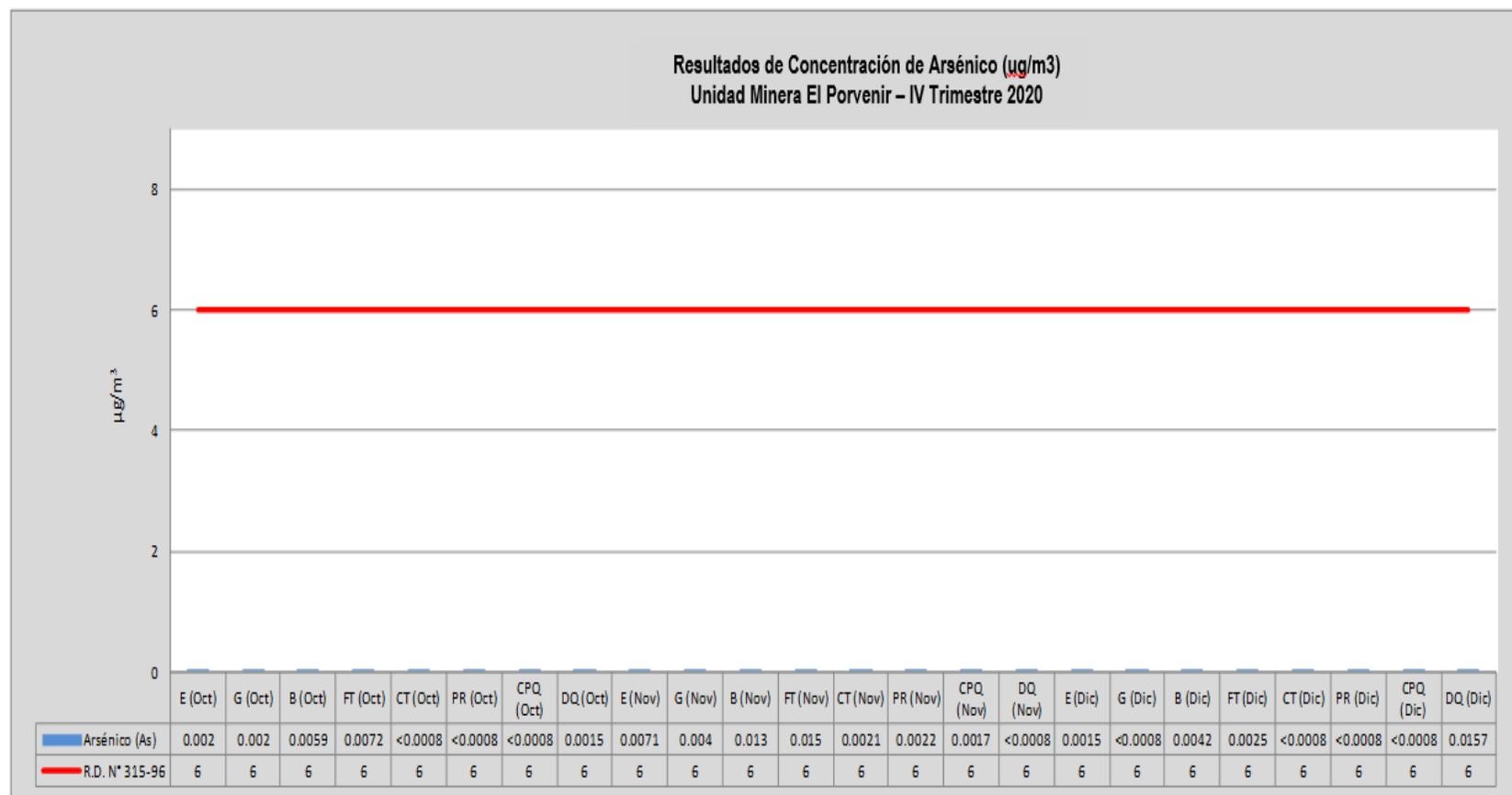
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 8. Resultados de Concentración de Plomo en PM – 10 (Ug/m3)



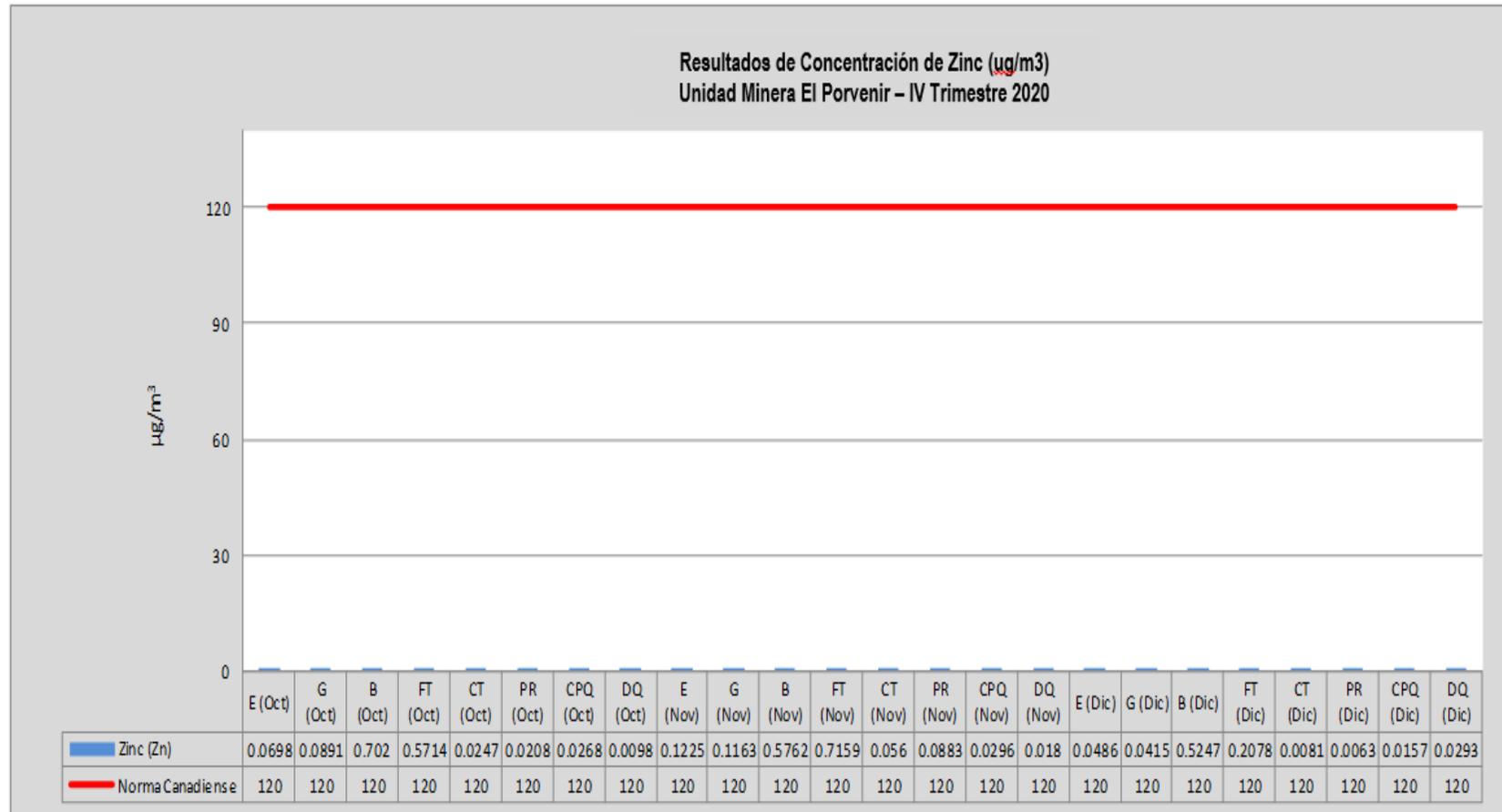
Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 9. Resultados de Concentración de Arsénico (Ug/m3)



Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

Gráfico 10. Resultados de Concentración de Zinc (Ug/m3)



Fuente: Monitoreo de Calidad de Aire IV Trimestre 2020.

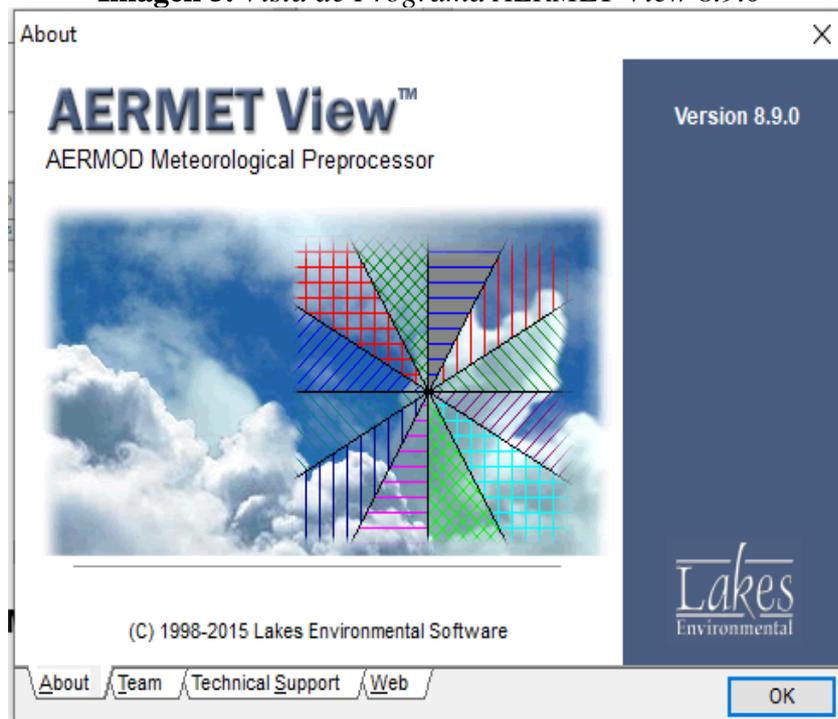
4.2.2. Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo – 2020

Para la simulación se aplicó los programas Aermet (Para datos meteorológicos) y Aermod (Simulación de contaminantes), para ellos se realizó el siguiente procedimiento teniendo los siguientes resultados:

Proceso de procesamientos de datos meteorológicos en AERMET

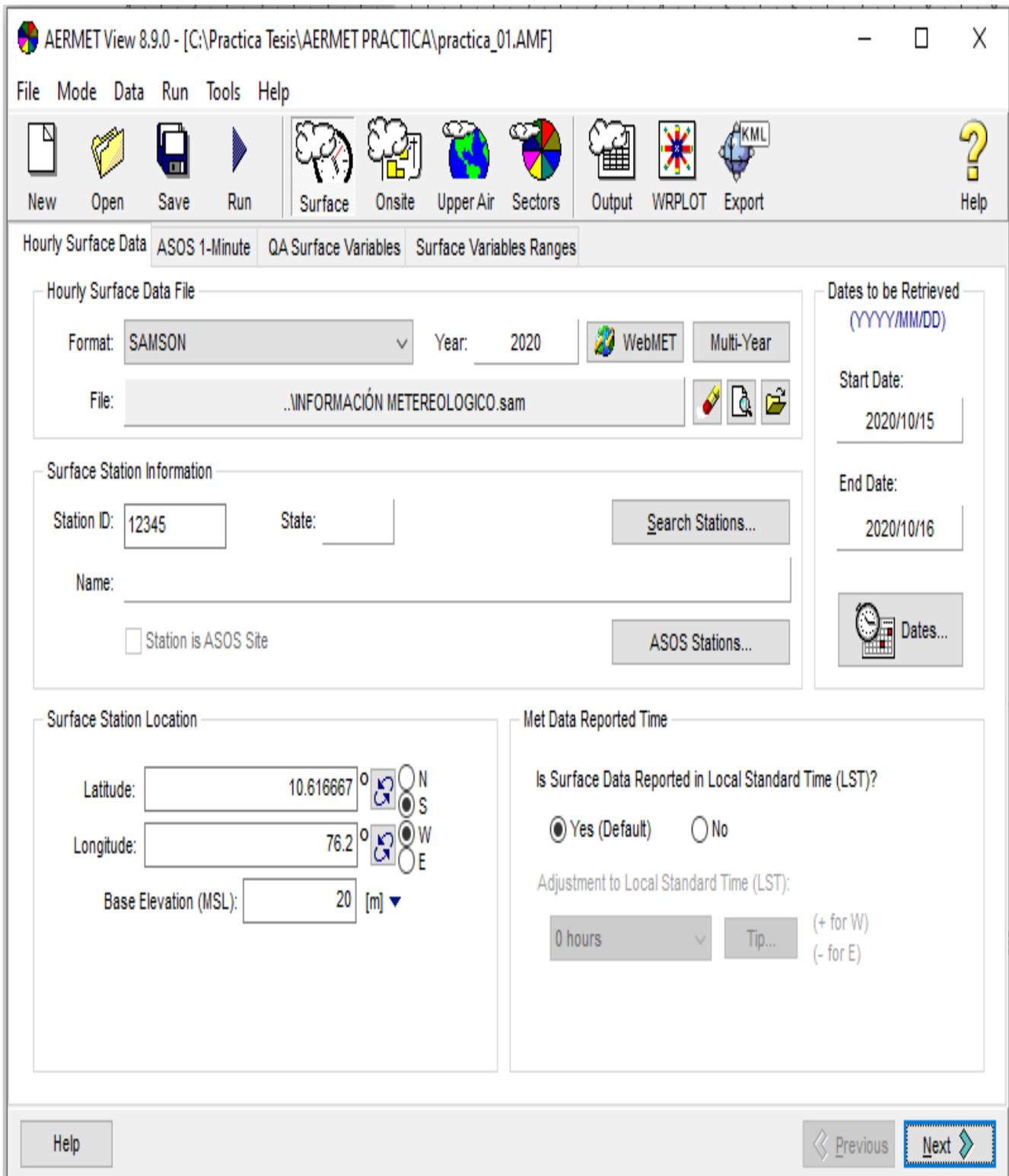
En este procedimiento se procesó información meteorológica de Microsoft Excel (Se adjunta en el Anexo N° 01) a formato Aermet para ello se realizó el siguiente procedimiento:

Imagen 5. Vista de Programa AERMET View 8.9.0



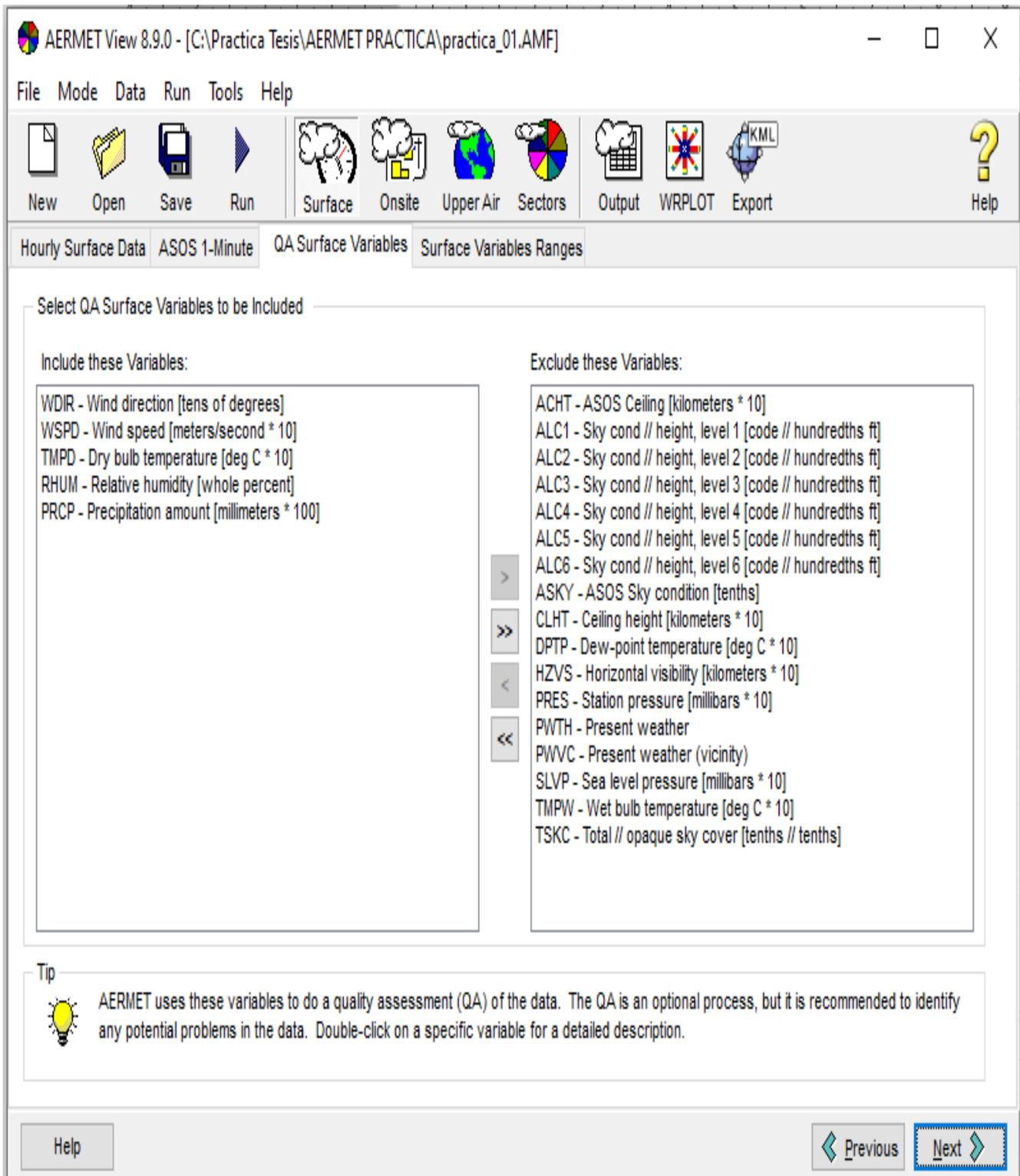
Fuente: Captura de pantalla Software AERMET View 8.9.0

Imagen 6. Ingreso de Coordenadas Geográficas al AERMET View



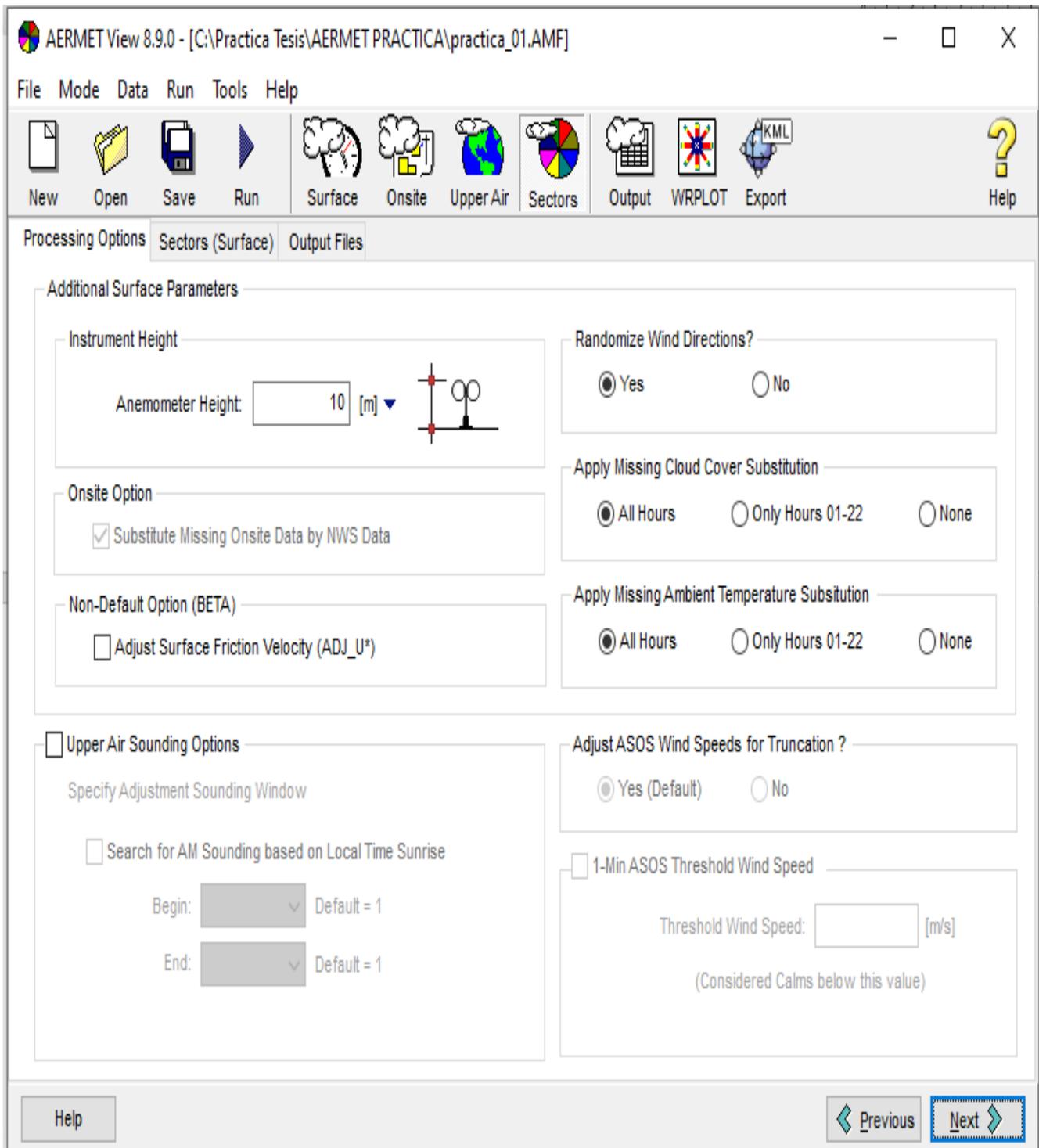
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMET View 8.9.0

Imagen 7. Ingreso de las Variables Meteorológicos a Evaluar



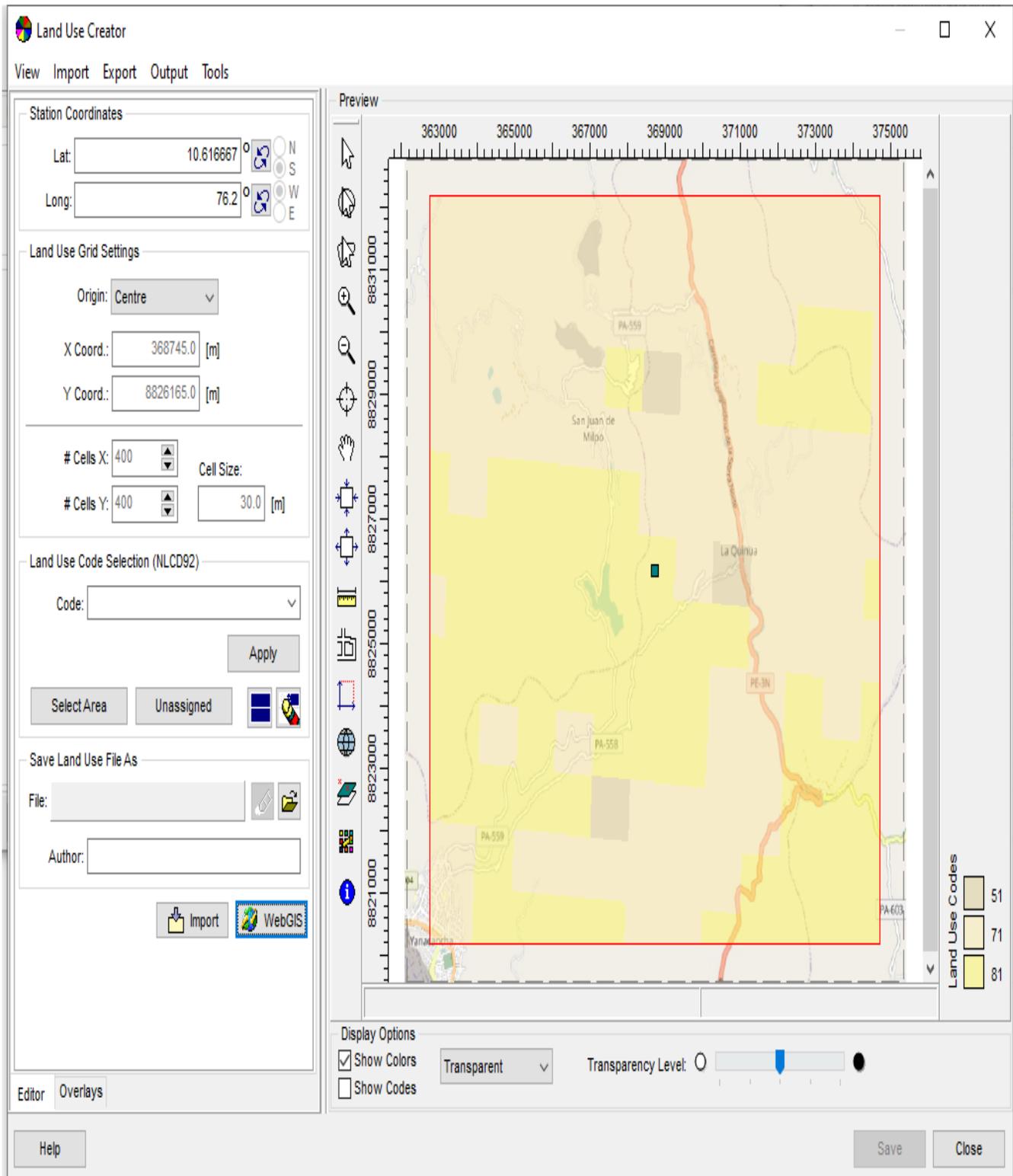
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMET View 8.9.0

Imagen 8. *Procesamiento de Altura de Anemómetro*



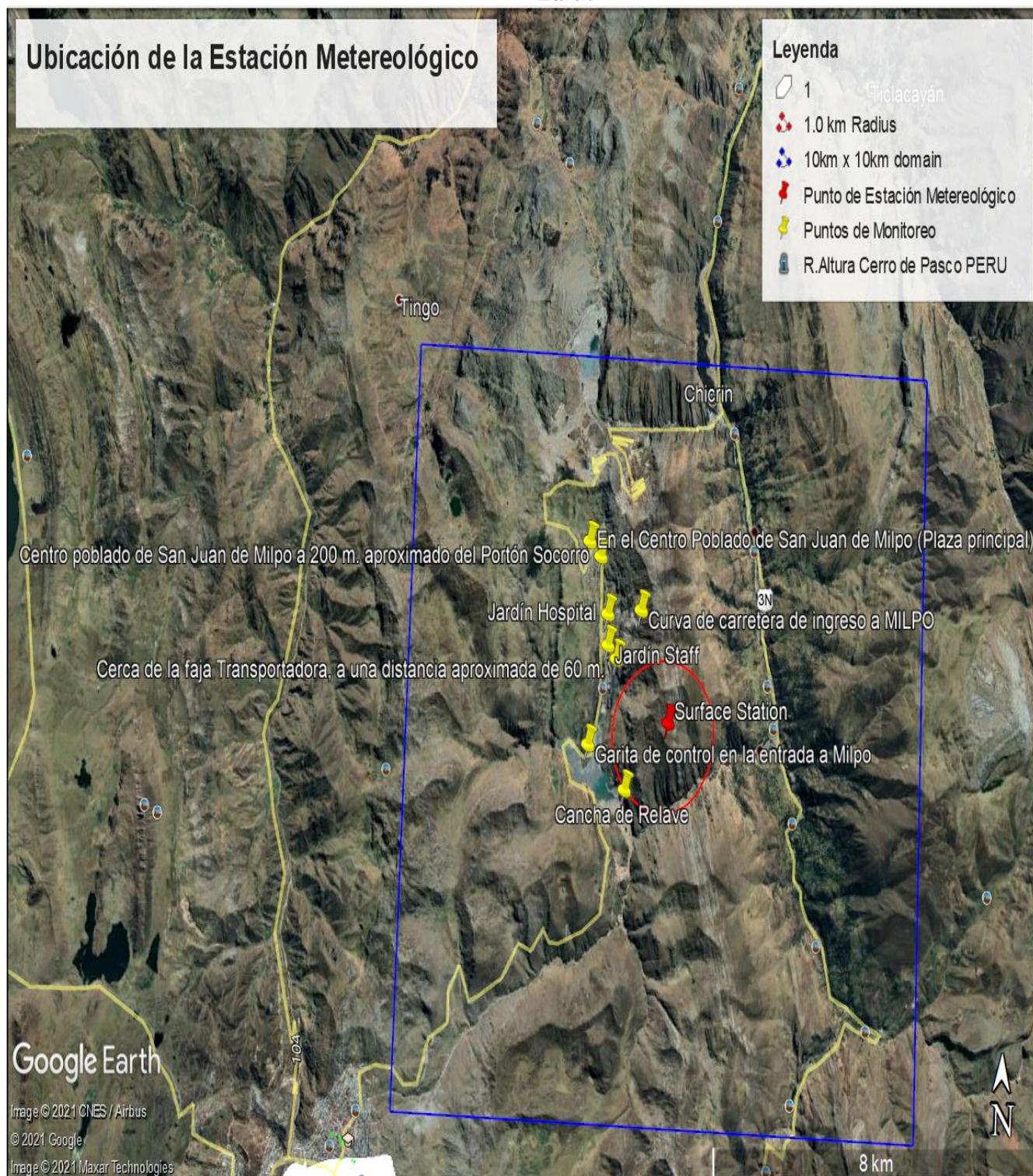
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMET View 8.9.0

Imagen 9. Ubicación Altura de Anemómetro



Fuente: Elaboración propia en el Software AERMET View 8.9.0

Imagen 10. Ubicación de la Estación Meteorológico Ubicado por el Aermet en Google Earth



Fuente: Elaboración propia en Google Earth

Imagen 11. Resultado en Formato AERMET View 8.9.0

Met View [Pre-Processed Surface Met Data File]

File Header Data

Surface File Name: practica_01.SFC

Station Latitude: 10.617S Upper Air Station ID: 12345 Onsite Station ID: N/A

Station Longitude: 76.200W Surface Station ID: 12345 Version: 14134 CCVR_SUB_TEMP_SUB

Filter

Year: All Month: All Day: All Julian Day: All Show All

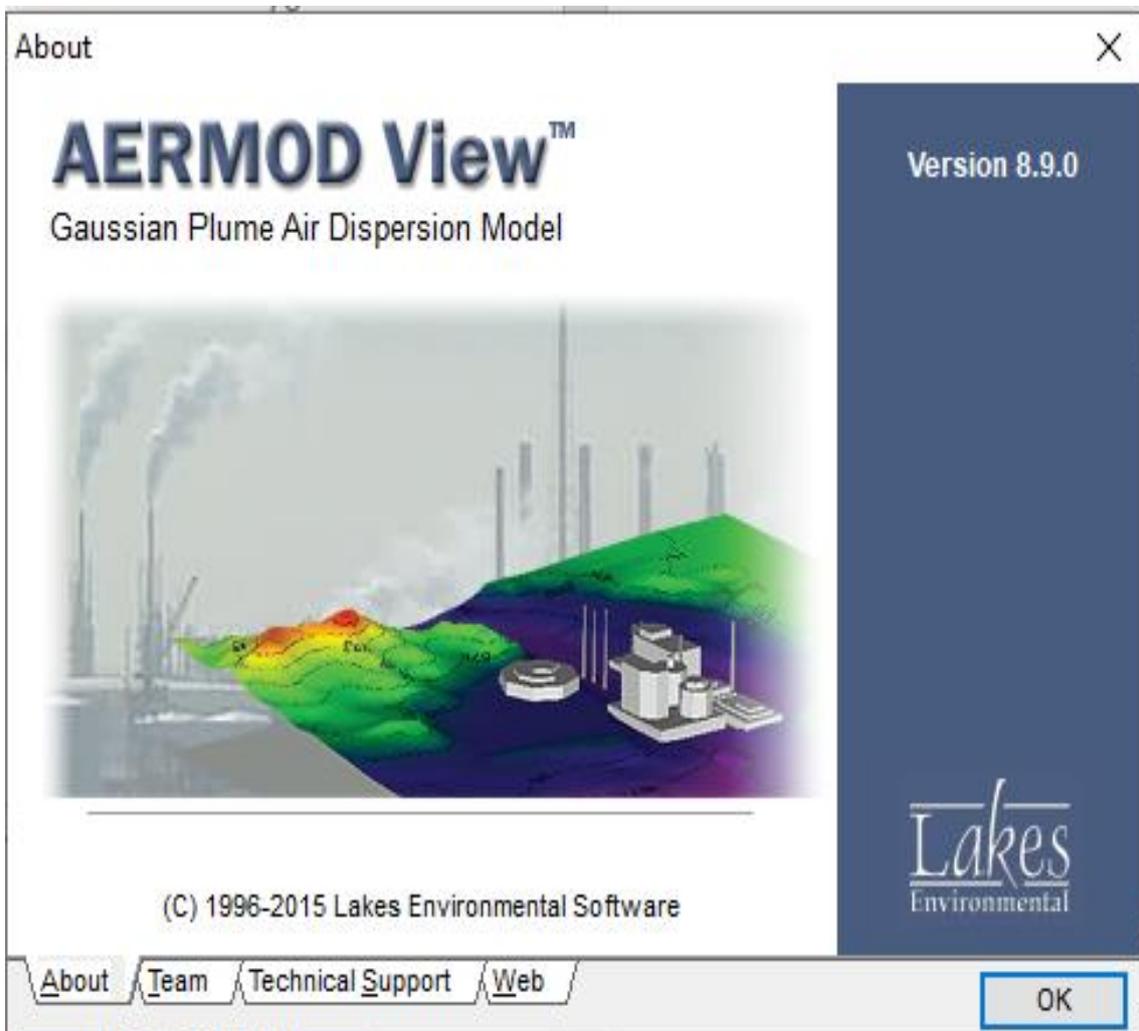
	Year	Month	Day	Julian Day	Hour	Sensible Heat Flux [W/m ²]	Surface Friction Velocity [m/s]	Convective Velocity Scale [m/s]	Vertical Potential Temperature Gradient above PBL	Height of Convectively-Generated Boundary Layer - PBL [m]	Height of Mechanically-Generated Boundary Layer - SBL [m]	Monin-Oukhov Length [m]	Surface Roughness Length [m]	Bowen Ratio	Albedo	Wind Speed - Ws [m/s]	Wind Direction - Wd [degrees]	Reference Height for Ws and Wd [m]	Temperature - temp [K]	Reference Height for temp [m]	Precipitation Code	Precipitation Rate [mm/hr]	Relative Humidity [%]	Surface Pressure [mb]	Cloud Cover [tenths]
Min.	2020	Oct.	15	289	1	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	279.1	-9.0	0	-9.00	0.0	-900.0	29
Max.	2020	Oct.	16	290	24	0.1	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	2.0	9999	0.00	9999.0	1011.0	99
1	2020	Oct.	15	289	1	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
2	2020	Oct.	15	289	2	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
3	2020	Oct.	15	289	3	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
4	2020	Oct.	15	289	4	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
5	2020	Oct.	15	289	5	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
6	2020	Oct.	15	289	6	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
7	2020	Oct.	15	289	7	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.37	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
8	2020	Oct.	15	289	8	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.22	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
9	2020	Oct.	15	289	9	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.19	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
10	2020	Oct.	15	289	10	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
11	2020	Oct.	15	289	11	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
12	2020	Oct.	15	289	12	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
13	2020	Oct.	15	289	13	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
14	2020	Oct.	15	289	14	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
15	2020	Oct.	15	289	15	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.18	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
16	2020	Oct.	15	289	16	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.20	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
17	2020	Oct.	15	289	17	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.25	999.00	999.0	-9.0	999.0	-9.0	9999	-9.00	9999.0	1011.0	99
18	2020	Oct.	15	289	18	0.1	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	0.49	999.00	999.0	-9.0	286.1	2.0	11	-9.00	1.0	-900.0	31
19	2020	Oct.	15	289	19	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	285.1	2.0	11	-9.00	1.0	-900.0	31
20	2020	Oct.	15	289	20	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	286.1	2.0	11	-9.00	1.0	-900.0	29
21	2020	Oct.	15	289	21	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	286.1	2.0	11	-9.00	0.0	-900.0	29
22	2020	Oct.	15	289	22	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	286.1	2.0	11	-9.00	0.0	-900.0	29
23	2020	Oct.	15	289	23	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	285.1	2.0	11	-9.00	0.0	-900.0	31
24	2020	Oct.	15	289	24	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	279.1	2.0	11	-9.00	0.0	-900.0	31
25	2020	Oct.	16	290	1	-999.0	-9.000	-9.000	-9.000	-999.0	-999.0	-99999.0	0.375	0.76	1.00	999.00	999.0	-9.0	279.1	2.0	11	-9.00	0.0	-900.0	31

Fuente: Elaboración propia en el Software AERMET View 8.9.0

Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos en AERMOD View 8.9.0

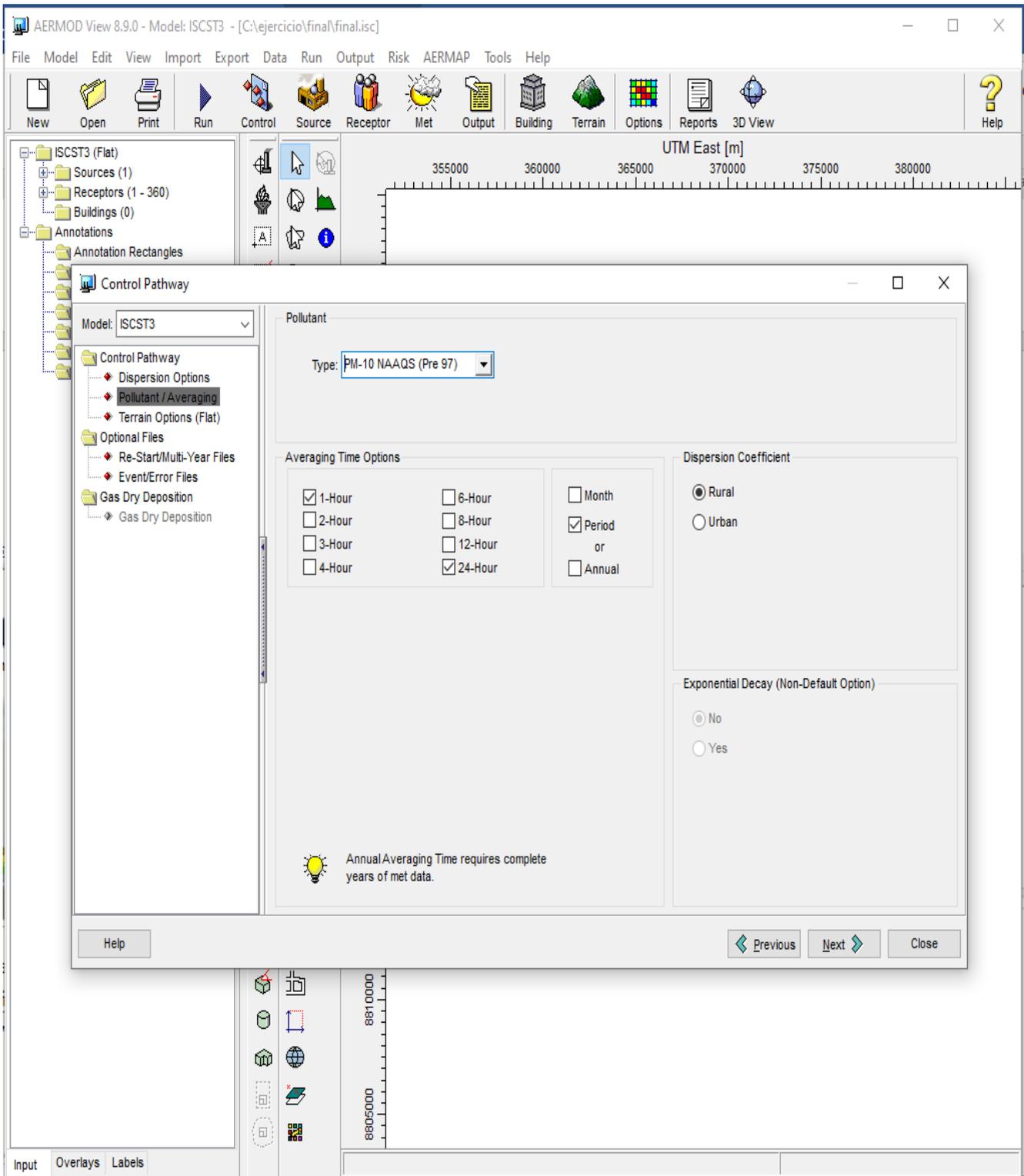
En este procedimiento se procesó información para la simulación de concentración de contaminantes atmosférica en Aermod a fin de identificar hasta donde tiene el alcanza los contaminantes en el poblado de San Juan de Milpo, para ellos se realizó el siguiente procedimiento teniendo los siguientes resultados:

Imagen 12. Vista de Programa AERMOD View 8.9.0



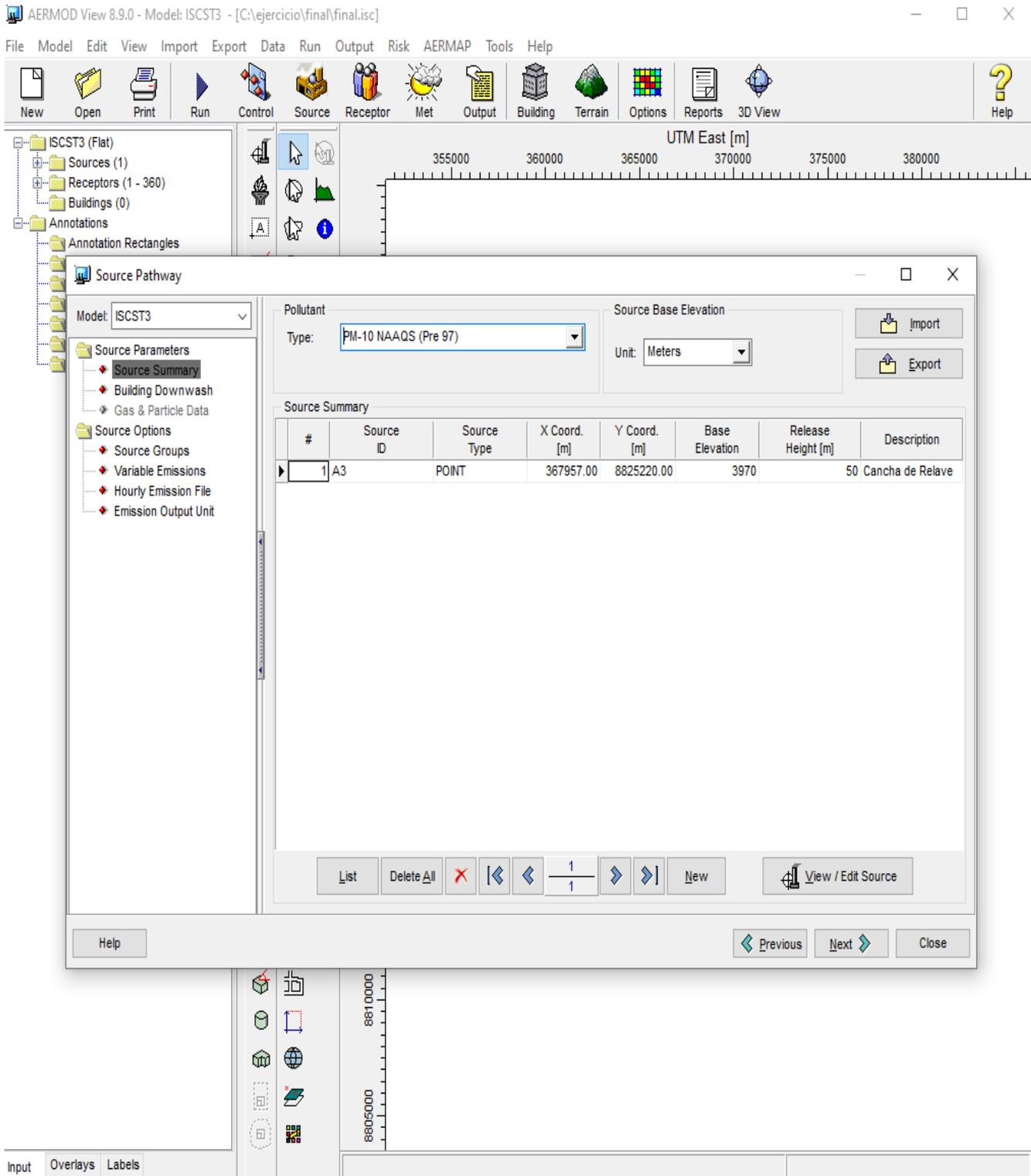
Fuente: Captura de pantalla Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 13. Vista del Procesamiento de la Vía de Control



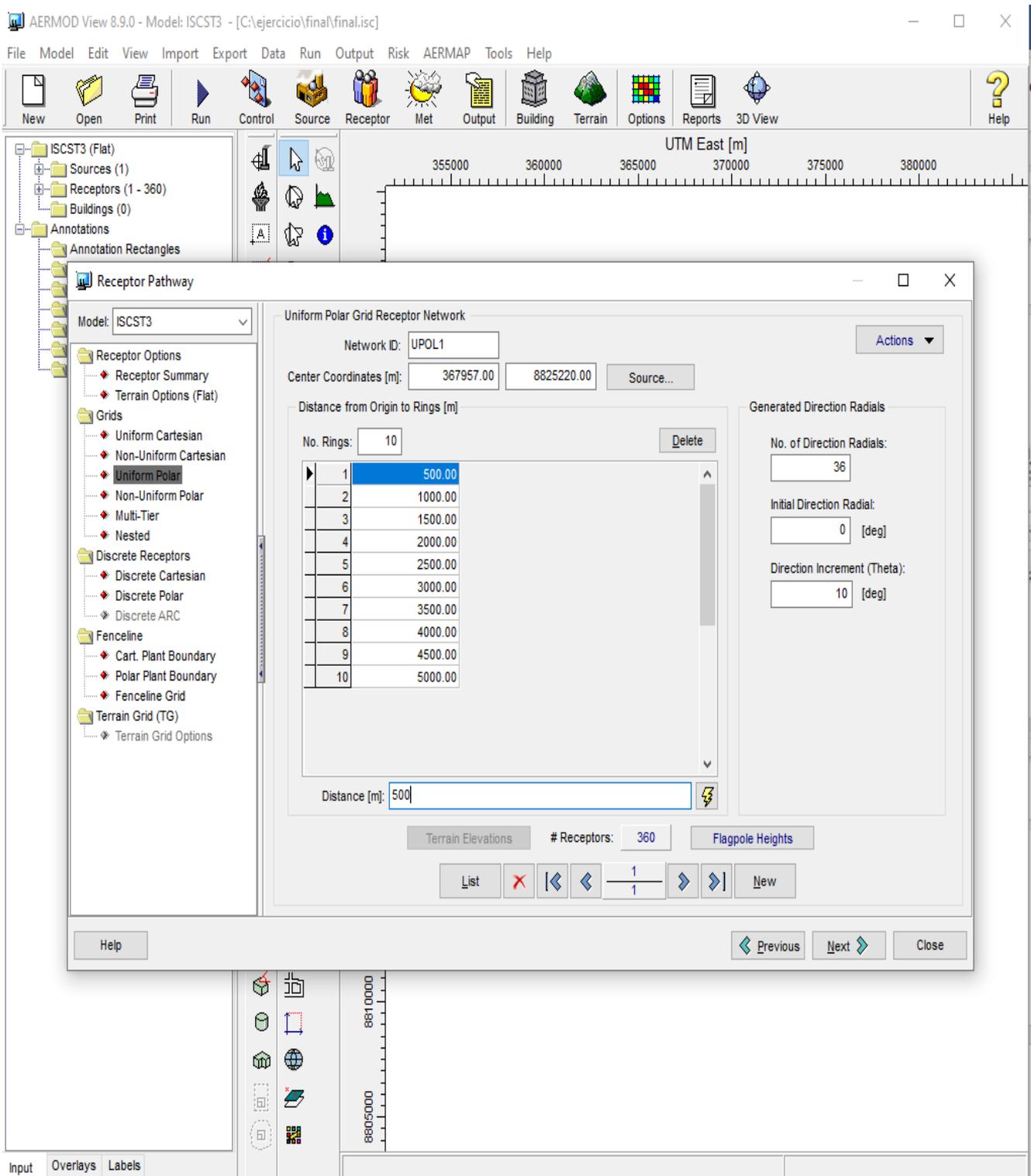
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 14. Vista del Procesamiento del Punto de Control (Punto de Partida del Contaminante)



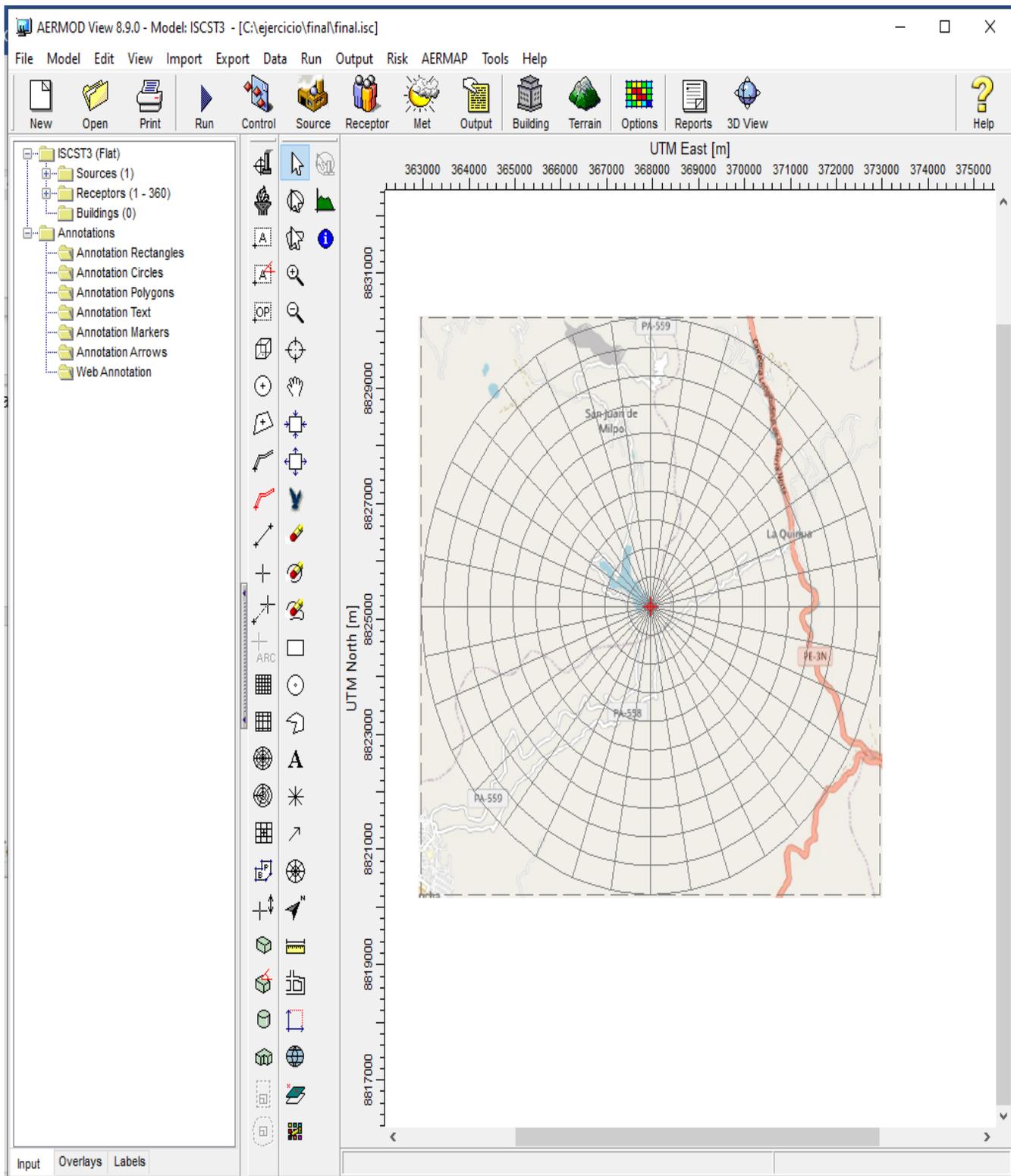
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 15. Vista del Procesamiento del Receptor de Contaminante



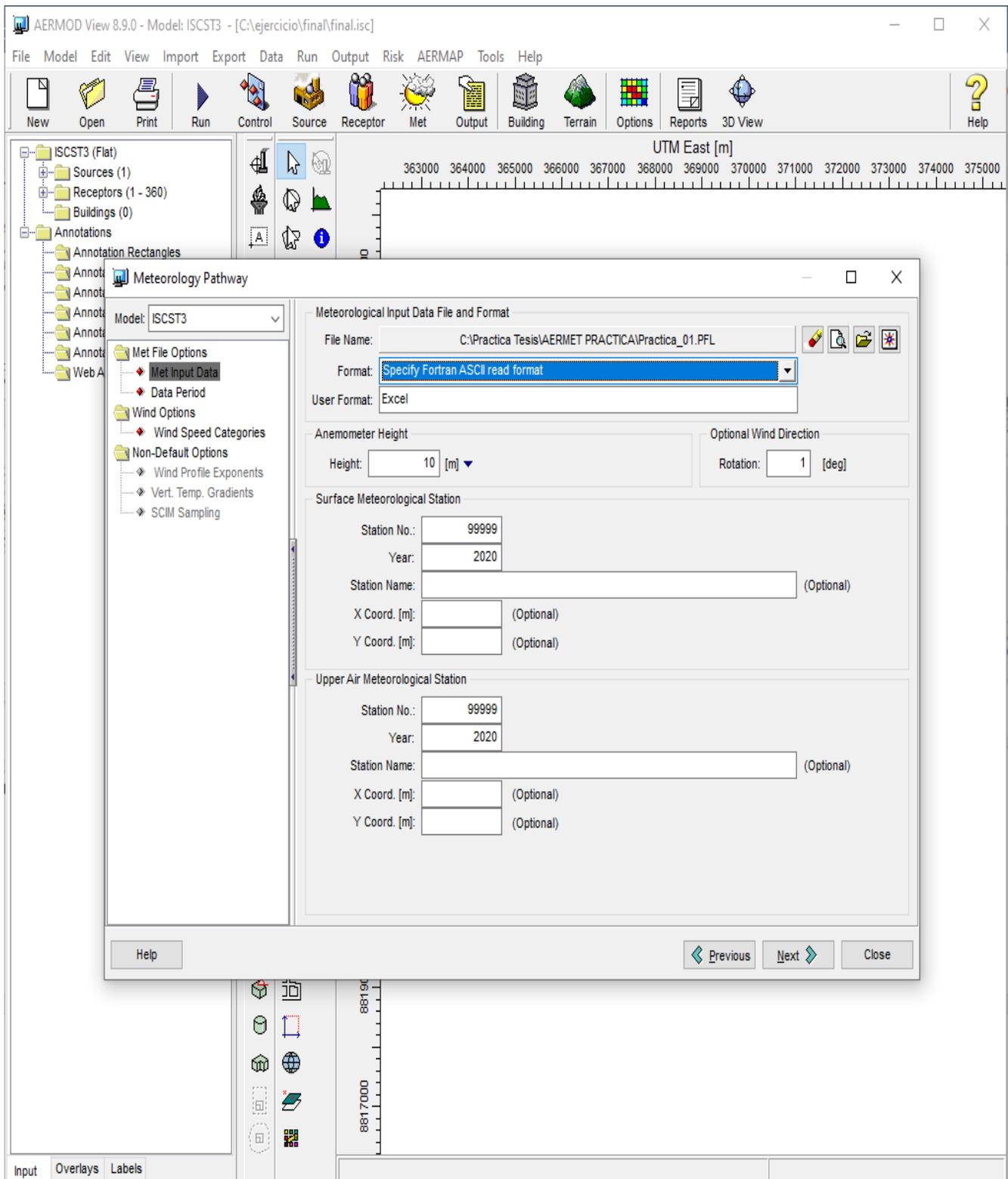
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 16. Vista del Procesamiento del Receptor de Contaminante



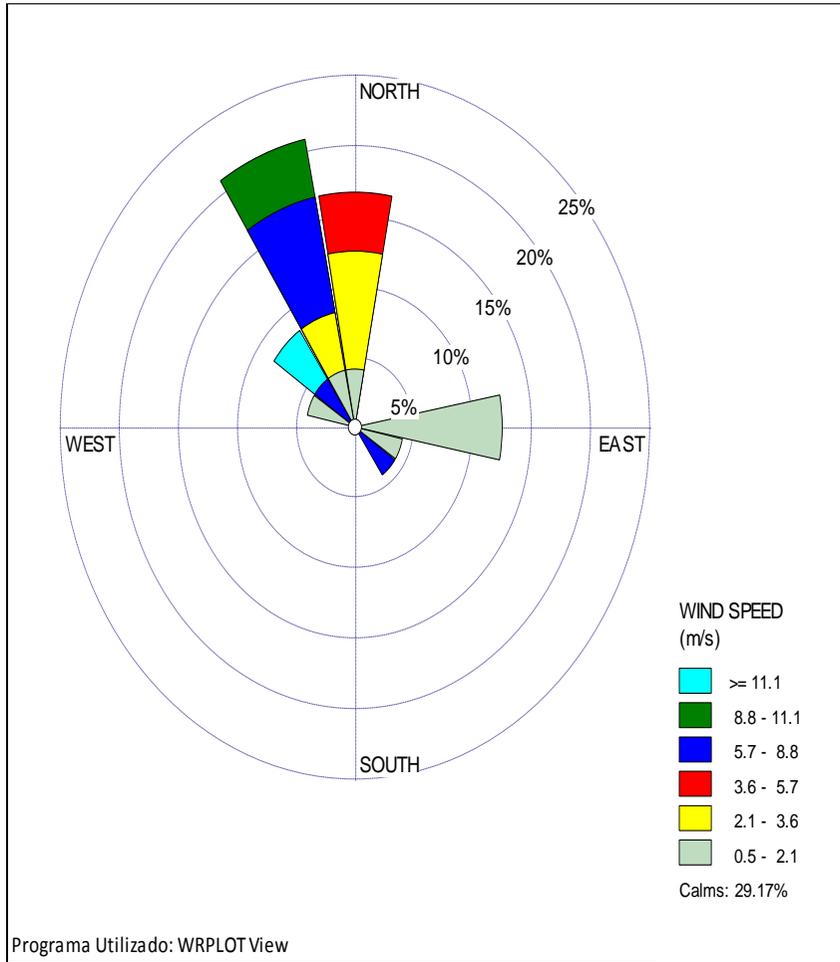
Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 17. Ingreso de Información Meteorológica desde el AERMOD

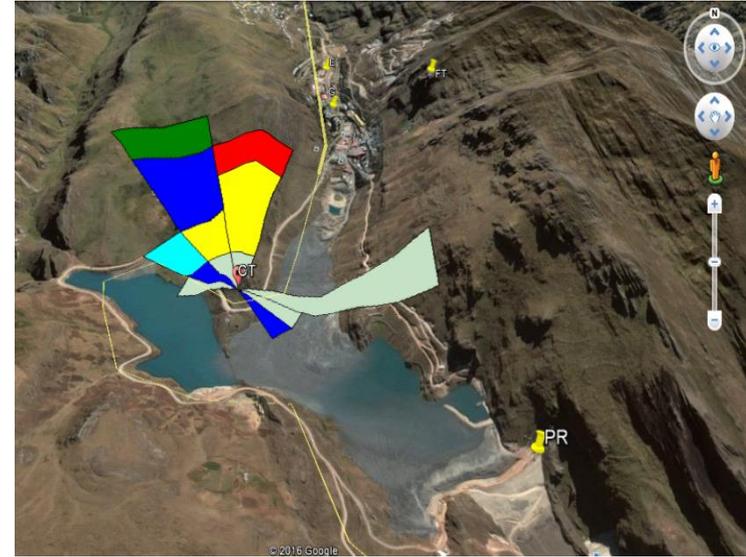


Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Imagen 18. Rosa de Viento en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0



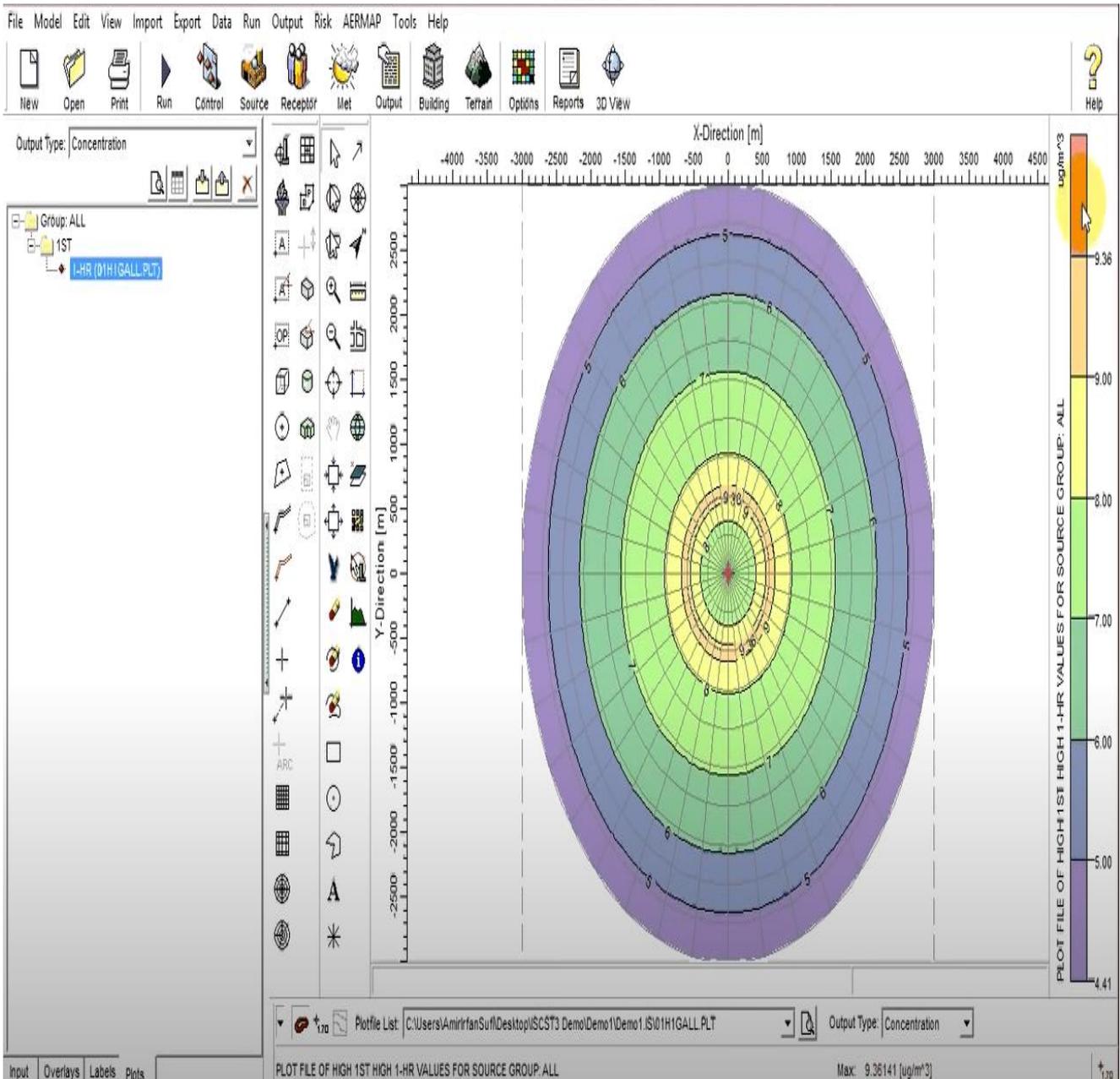
(*) Coordenadas WGS84 Zona 18 L

Coordenadas UTM	Norte:	8825850	Este:	0367225
Resumen de Variables Meteorológicas				
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Temperatura (°C)	2.6	15.7	7.2	
Humedad relativa (%)	56	92	83	
Velocidad del viento (m/s)	0.0	11.3	3.0	
Dirección Predominante del Viento	NNW			

Resultados e Interpretación de la Simulación de la Concentración de Material Particulado en AERMOD View

Para la simulación de material particulado se aplicó el programa AERMOD teniendo la siguiente imagen:

Imagen 19. Resultados de la Presencia de Material Particulado Simulado por AERMOD



Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Como se puede ver en la imagen N° 19, el punto de origen de los contaminantes es la Cancha de Relave y las diversas actividades de la Unidad Minera El Porvenir, para recordar en las tablas N° 13, 15 y 17 específicamente el punto de monitoreo A3 (Cancha de relave) el parámetro Material Particulado PM-10 en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 38.4 ug/m³, 76.2 ug/m³ y 22.6 ug/m³ respectivamente y el parámetro Material Particulado PM-2.5 en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 8.1 ug/m³, 13.0 ug/m³ y 7.6 ug/m³ respectivamente a partir desde punto se puede ver la imagen N° 14 donde en la rosa de viento la predominancia del viento es hacia el Nor-Oeste (NNW), de acuerdo a esta información en la imagen N° 19 los resultados de la presencia de material particulado simulado por el software AERMOD desde el punto A3 (Cancha de relave) hasta una distancia de 3 Km se puede evidenciar lo siguiente:

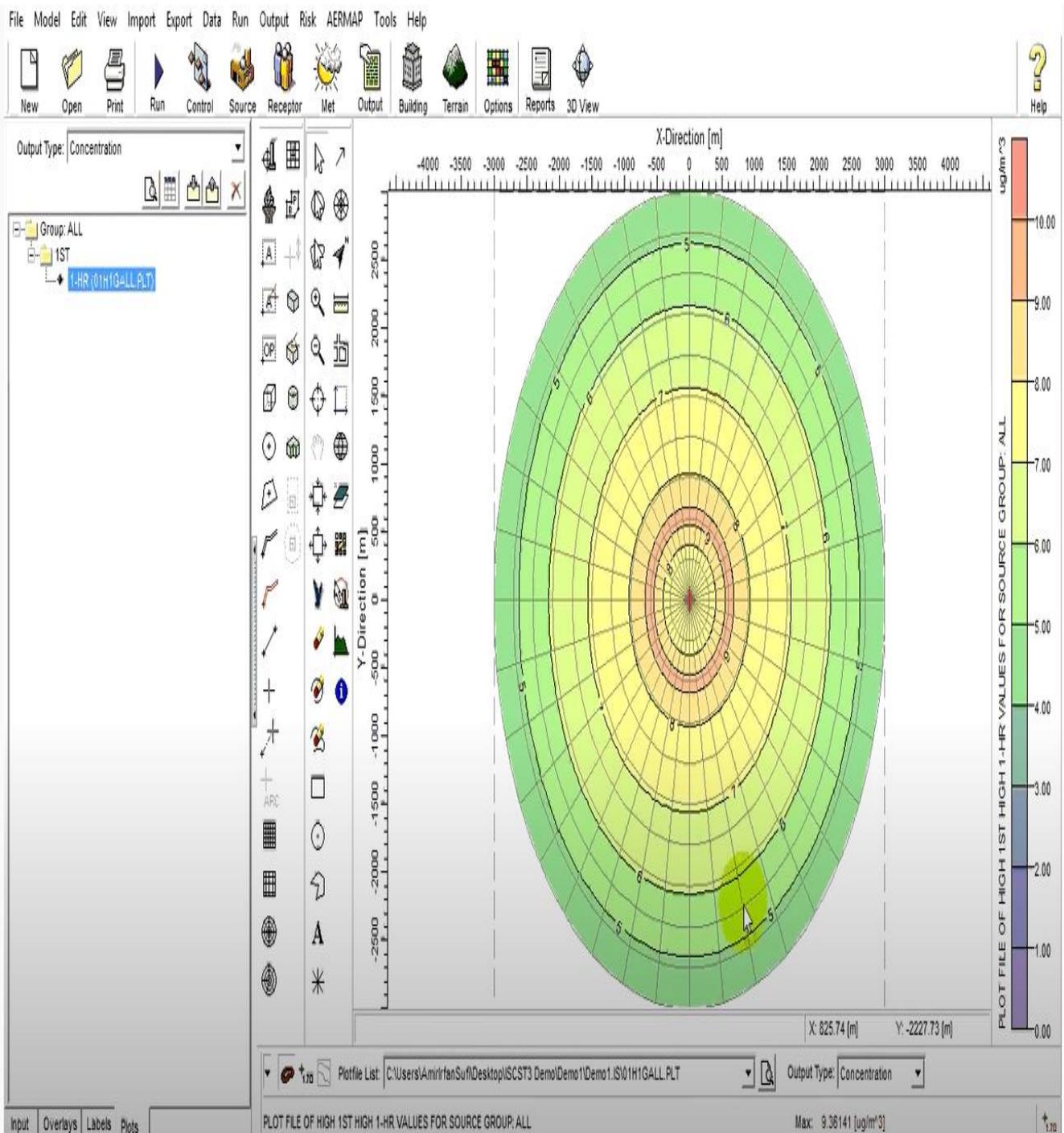
1. Hasta los 500 metros se representa en el AERMOD con un color amarillo que llega hasta los alrededores de la relavera con una concentración de material particulado de 9 ug/m³.
2. Hasta los 1500 metros se representa en el AERMOD con un color verde claro que llega hasta las instalaciones de la empresa minera NEXA con una concentración de material particulado de 8 ug/m³.
3. Hasta los 2000 metros se representa en el AERMOD con un color verde oscuro que llega hasta las instalaciones de las oficinas externas de la empresa minera NEXA con una concentración de material particulado de 7 ug/m³.

4. Hasta los 2500 metros se representa en el AERMOD con un color azul que llega hasta los campamentos de los trabajadores de la empresa minera NEXA con una concentración de material particulado de 6 ug/m^3 .
5. Hasta los 3000 metros se representa en el AERMOD con un color morado que llega hasta población de San Juan de Milpo con una concentración de material particulado de 5 ug/m^3 .

Teniendo los Estándares de Calidad Ambiental, para material particulado con diámetros de 10 micras el permitido es 50 ug/m^3 en forma anual y el material particulado con diámetros de 2.5 micras el permitido es 25 ug/m^3 en forma anual, de acuerdo a lo simulado el material particulado a la población estaría dentro de lo permitido, pero cabe recordar que este material particulado que llega hasta la población de San Juan de Milpo con 5 ug/m^3 puede ser acumulativo lo que podría afectar a la salud de la población de San Juan de Milpo.

Resultados e Interpretación de la Simulación de la Concentración de Gases en AERMOD

Imagen 20. Resultados de la Presencia de Gases Simulado por AERMOD



Fuente: Elaboración propia en el Software AERMOD View 8.9.0

Interpretación de Resultados:

Como se puede ver en la imagen N° 20, el punto de origen de los contaminantes como los gases es la planta concentradora y las diversas actividades de la Unidad Minera El Porvenir, para recordar en las tablas N° 12, 14 y 16 específicamente el punto de monitoreo A1 (Cerca de la faja Transportadora, a una distancia aproximada de 60 m) el parámetro Dióxido de Azufre en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 13 ug/m³, 13 ug/m³ y 13 ug/m³ respectivamente, el parámetro Dióxido de Nitrógeno en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 78 ug/m³, 35 ug/m³ y 17 ug/m³ respectivamente y el parámetro Monóxido de Carbono en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 1,477 ug/m³, 1068 ug/m³ y 1068 ug/m³ respectivamente a partir desde punto se puede ver la imagen N° 14 donde en la rosa de viento la predominancia del viento es hacia el Nor-Oeste (NNW), de acuerdo a esta información en la imagen N° 20 los resultados de la presencia de gases simulado por el software AERMOD desde el punto A1 (Cerca de la faja Transportadora, a una distancia aproximada de 60 m) hasta una distancia de 3 Km se puede evidenciar lo siguiente:

1. Hasta los 1500 metros se representa en el AERMOD con un color amarillo que llega hasta cercanos a la población de San Juan de Milpo con una concentración de gases de 8 ug/m³.
2. Hasta los 2000 metros se representa en el AERMOD con un color verde claro que llega hasta la población de San Juan de Milpo con una concentración de material particulado de 7 ug/m³.

3. Hasta los 2500 metros se representa en el AERMOD con un color verde oscuro que llega hasta la salida de la población de San Juan de Milpo con una concentración de gases de 6 ug/m^3 .

Teniendo los Estándares de Calidad Ambiental, para Dióxido de Azufre (SO_2) el permitido es 250 ug/m^3 en 24 horas, para Dióxido de Nitrógeno (NO_2) el permitido es 200 ug/m^3 en 1 hora y el Monóxido de Carbono (CO) el permitido es 30000 ug/m^3 en una hora, de acuerdo a lo simulado los gases llegados a la población estaría dentro de los permitidos.

4.3. Prueba de hipótesis

Para nuestra investigación se planteó la hipótesis general expresando fue lo siguiente:

Con la simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo determina la presencia de material particulado.

Finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida, ya que hemos podido determinar que evaluando con la simulación haciendo uso del software AERMOD View 8.9.0 pudimos determinar que la presencia de material particulado llega con 5 ug/m^3 y gases con 7 ug/m^3 en la población de San Juan de Milpo, lo cual estarían siendo arrastrados desde las actividades de concentración y disposición relaves de la unidad minera el Porvenir de la Compañía Minera Nexa, pero estos resultados se encuentra por debajo de los permitido de acuerdo al ECA para aire pero estas concentraciones podrían ser acumulativos lo cual podrían estar afectando la salud de los pobladores de la población de San Juan de Milpo.

4.4. Discusión de resultados

Evaluated our results we can mention that the concentration of atmospheric contaminants from the sources of the Mining Unit El Porvenir de NEXA mining company towards the populated center of San Juan de Milpo in 2020, as evaluated up to 3 Km from the source of generation of the contaminant, represented in the AERMOD with a purple color that reaches the population of San Juan de Milpo with a concentration of particulate material of 5 ug/m^3 , this result is found below the permitted in ECA for air where the particulate material PM-10 is 50 ug/m^3 in annual form and the particulate material with diameters of 2.5 micras the permitted is 25 ug/m^3 in annual form, but with 5 ug/m^3 , but because it is particulate material it can be accumulative which could affect the health of the population of San Juan de Milpo as compared to gases which are much lower in their results with respect to the permitted in the ECA of air. Remember in the theoretical framework it was mentioned that *“Los principales efectos en la salud humana y ambiental debido a la contaminación del aire con partículas son: irritación de ojos y del sistema respiratorio, penetración por las vías respiratorias y fijación en los alvéolos pulmonares, pueden provocar asma y tumores bronquiales, interferencia de la fotosíntesis de las plantas perturbando el intercambio de CO_2 en la atmósfera al impedir la penetración de la luz solar, ennegrecimiento de edificios y bienes de uso, potencian el efecto de otros contaminantes gaseosos, etc (CEPIS, OPS, & OMS, 2002)”*.

CONCLUSIONES

Se finaliza la presente investigación con las siguientes conclusiones:

1. La presente investigación fue de vital importancia ya que de acuerdo a la simulación con el software AERMOD se determinó que la concentración de Material Particulado de 5 ug/m^3 , este resultado se encuentra por debajo de lo permitido en ECA para aire donde el Material Particulado PM-10 que es 50 ug/m^3 en forma anual y el Material Particulado con diámetros de 2.5 micras el permitido es 25 ug/m^3 en forma anual, sin embargo; con 5 ug/m^3 por ser Material Particulado puede ser acumulativo lo que podría afectar a la salud de la población de San Juan de Milpo a diferencia de los gases son muy inferiores en sus resultados con respecto de lo permitido en los ECA para aire.
2. Luego de evaluar los tipos de contaminantes atmosféricos tales como: Material Particulado PM-10 y PM-2.5, Dióxido de Azufre, Sulfuro de Hidrogeno, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Benceno, Ozono, Arsenico, Plomo y Zinc, y su grado de concentración, servirá como información base a fin de prevenir efectos a los factores ambientales y a la salud.
3. Como conclusión de los resultados se determinó los tipos de actividades mineras tales como: exploración, explotación, beneficio, transporte y disposición de residuos que generan contaminantes atmosféricos de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo.
4. Finalmente; de la evaluación hasta los 3 km desde la fuente de generación del contaminante se determinó que los parámetros meteorológicos tales como: dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, nubosidad, altura de nubes, humedad relativa y radiación permiten el transporte de los contaminantes

atmosféricos de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro
Poblado de San Juan de Milpo.

RECOMENDACIONES

Culminada la presente investigación se determina las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda a la Dirección Regional de Salud (DIRESA PASCO) la toma de muestras en metales pesados a los pobladores de San Juan de Milpo para determinar si estas podrían estar siendo afectados por la mínima concentración de material particulado que llega a esta población.
2. Realizar monitoreos por parte de los organismo fiscalizadores como la OEFA a fin de evaluar constantemente la no superación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire en diferentes meses del año.
3. Difundir la presente investigación a los profesionales en materia ambiental y de salud para continuar con la investigación ya iniciada a fin de prevenir daños a la salud de los pobladores de San Juan de Milpo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cuadrat, J., & Pita, F. (2004). Climatología. Madrid: Catédra (Grupo Anaya).

Chen, J., Ying, Q., y Kleeman, M. (2009). Source apportionment of visual impairment during the California regional PM10/PM2.5 air quality study. *Atmospheric Environment*, 43, 6136-6144.

De la Cruz Lezama (2015) en su investigación titulada: “concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012”.

Gallegos Martínez (2017) en su investigación titulada: “Inventario de emisiones de partículas y modelado de su transporte a partir de fuentes de área de una industria minera”. México.

Jorquera, H. (2000). An intervention analysis of air quality data at Santiago, Chile. 109-113.

Kiely, G. (1999). Ingeniería Ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid: Limusa.

Mészáros, E. (1999). Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry. Akadémiai Kiado.

Pope, C.A., Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K., y Thurston, G.D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and longterm exposure to fine particulate air pollution. JAMA, 287(9), 1132-1141.

Prato Sánchez (2012) en su investigación titulada: “Modelación de la dispersión de material particulado en zona minera del cesar, Colombia, usando fluent”.
Colombia

Rojas Chávez (2017) en su investigación titulada: “Modelación numérica del transporte de contaminantes atmosféricos y su relación con las condiciones meteorológicas en Lima metropolitana”. Lima-Perú.

Páginas de Internet:

1. Cómo escribir una tesis extraído de <http://es.wikihow.com/escribir-una-tesis>
2. Como Hacer Una Tesis extraído de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/como_hacer_una_tesis.pdf
3. Manual Para la Elaboración de Tesis y Trabajos de Investigación extraído de <http://www.uphm.edu.mx/manuales/Manual-para-elaboracion-de-tesis-y-trabajos-de-investigacion.pdf>
4. Cómo elaborar el planteamiento del problema de tu tesis extraído de <http://normasapa.net/planteamiento-del-problema-tesis/>

ANEXOS

Anexo 1 Instrumentos de Recolección de datos

Registro de Información Meteorológica en Microsoft Excel

Fuente: Elaboración propia

Año	Mes	Día	Hora	Dirección del Viento	Velocidad del Viento	Temperatura	Nubosidad	Altura Nubes	Presión	Humedad Relativa	Cod. Prec.	Tasa de Precisión	Radiación
2020	10	15	17	310	12.9	12.8	-9001	-9001	900	71	-9001	-9001	210
2020	10	15	18	310	13.00	11.3	-9001	-9001	900	69	-9001	-9001	10
2020	10	15	19	310	12.8	10.4	-9001	-9001	900	65	-9001	-9001	0.3
2020	10	15	20	290	13.2	9.6	-9001	-9001	900	64	-9001	-9001	0.01
2020	10	15	21	290	13.2	9.1	-9001	-9001	900	64	-9001	-9001	0.01
2020	10	15	22	290	13.4	8.8	-9001	-9001	900	64	-9001	-9001	0.01
2020	10	15	23	310	12.9	7.1	-9001	-9001	900	63	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	0	310	6.4	6.6	-9001	-9001	900	60	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	1	310	6.4	6.1	-9001	-9001	900	59	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	2	310	6.4	5.2	-9001	-9001	900	61	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	3	310	6.4	4.2	-9001	-9001	900	63	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	4	310	6.4	3.1	-9001	-9001	900	64	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	5	310	6.4	3.3	-9001	-9001	900	65	-9001	-9001	0.01
2020	10	16	6	310	6.4	6.2	-9001	-9001	900	66	-9001	-9001	0
2020	10	16	7	310	6.4	7.4	-9001	-9001	900	68	-9001	-9001	0.06
2020	10	16	8	290	6.4	9.2	-9001	-9001	900	68	-9001	-9001	0.06
2020	10	16	9	310	6.4	11.3	-9001	-9001	900	69	-9001	-9001	9.14
2020	10	16	10	310	6.4	10.1	-9001	-9001	900	62	-9001	-9001	50.32
2020	10	16	11	310	6.4	11.3	-9001	-9001	900	63	-9001	-9001	90.55
2020	10	16	12	310	6.4	12.4	-9001	-9001	900	64	-9001	-9001	164.54
2020	10	16	13	310	6.4	12.7	-9001	-9001	900	66	-9001	-9001	415.64
2020	10	16	14	310	6.4	13.1	-9001	-9001	900	65	-9001	-9001	612.76
2020	10	16	15	290	6.4	13	-9001	-9001	900	67	-9001	-9001	510.01
2020	10	16	16	290	6.4	10.7	-9001	-9001	900	70	-9001	-9001	432.21

Informes de Ensayo y Resultados de Monitoreo

Octubre:



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618008**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343368-028

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 14-10-2020 10:35

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A2
E
A1
G

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 20/10/2020

Brígida R. Huamán Sanchez
C.I.P. 171520

Coordinador de Calidad de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618008

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	G	A1
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8827087 N / 367543 E	8826914 N / 367715 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					12/10/2020	11/10/2020	11/10/2020	12/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					16:00:00	09:00:00	11:00:00	14:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					13/10/2020	12/10/2020	12/10/2020	13/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					16:00:00	09:00:00	11:00:00	14:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAL_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	38.4	20.8	21.7	40.9
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13	<13	<13	<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	6.0	8.1	<6.0	6.1	<6.0
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008	0.0059	0.0020	0.0020	0.0072
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0020	0.0020	0.0324	0.0455	0.1747
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025	0.7020	0.0698	0.0891	0.5714
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m ³	0.347	1.041	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m ³	0.000347	0.001041	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	G	A1
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8827087 N / 367543 E	8826914 N / 367715 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					13/10/2020	11/10/2020	11/10/2020	12/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					08:00:00	09:00:00	11:00:00	14:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					13/10/2020	11/10/2020	11/10/2020	12/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					16:00:00	17:00:00	19:00:00	22:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068	<1068	<1068	<1068	1.477
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	2.25	7.15	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618008**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	A1	G
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8826914 N / 367715 E	8827087 N / 367543 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					13/10/2020	11/10/2020	13/10/2020	11/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					13/10/2020	11/10/2020	13/10/2020	11/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13	72	62	78	71



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618008**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	14/10/2020	<1.041		95%	
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	14/10/2020	<13	0%	98 - 101%	
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	14/10/2020	<13	0%	106%	
Mercurio Gaseoso Total	ug/m ³	0.001041	14/10/2020	<0.001041		96%	
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	14/10/2020		0 - 1%	100%	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	14/10/2020	<6.0	0%	100%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	14/10/2020	<1068	0%	95 - 101%	
Ozono	ug/m ³	7.15	14/10/2020	<7.15	0%	96 - 102%	
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	14/10/2020	<6.1	0%	97 - 104%	
Metasales en PM10 Alto Volumen							
Arsénico	ug/m ³	0.0008	14/10/2020	<0.0008	0 - 2%	102%	99 - 107%
Plomo	ug/m ³	0.0020	14/10/2020	<0.0020	0 - 2%	100%	103 - 114%
Zinc	ug/m ³	0.0025	14/10/2020	<0.0025	0 - 6%	91%	88%



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618008**

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: 2010; 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 2006; Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
EAI_SGS_ME18_MG_M3	Callao	Mercurio Gaseoso Total	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Gaseoso Total
EAI_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 : 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 : 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

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.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Tarms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618155**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343368-031

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 17-10-2020 10:05

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A6
A4
A3
A5

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 24/10/2020

Brígida R. Huamán Sanchez
C.I.P. 171520

Coordinador de Calidad de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618155

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A6	A6	A6	A4
					8828234N / 367343 E	8828234N / 367343 E	8828234N / 367343 E	8827562 N / 368146 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					14/10/2020	14/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					14:00:00	14:00:00	12:00:00	12:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					15/10/2020	14/10/2020	15/10/2020	16/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					14:00:00	22:00:00	13:00:00	12:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m³	0.5	1.9	8.5			6.9
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13	<13			<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m³	2.0	6.0	<6.0			<6.0
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m³	4	13			<13	
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m³	335	1068		<1068		
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m³	2.25	7.15		<7.15		
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1	<6.1			<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0002	0.0008	0.0015			<0.0008
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0006	0.0020	0.0033			0.0099
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0008	0.0025	0.0098			0.0247
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m³	0.347	1.041	<1.041 *			<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m³	0.000347	0.001041	<0.001041 *			<0.001041 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A4	A4	A3	A3
					8827562 N / 368146 E	8827562 N / 368146 E	8825220 N / 367957 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020	16/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	16:00:00	08:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	16/10/2020	16/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					20:00:00	13:00:00	16:00:00	16:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m³	0.5	1.9			7.4	
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13			<13	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m³	2.0	6.0			<6.0	
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m³	4	13		44		
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m³	335	1068	<1068			<1068
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m³	2.25	7.15	<7.15			<7.15
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1			<6.1	
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0002	0.0008			<0.0008	



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618155

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A4	A4	A3	A3
					8827562 N / 368146 E	8827562 N / 368146 E	8825220 N / 367957 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020	16/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	16:00:00	08:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	16/10/2020	16/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					20:00:00	13:00:00	16:00:00	16:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0020			0.0134	
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025			0.0208	
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m ³	0.347	1.041			<1.041 *	
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m ³	0.000347	0.001041			<0.001041 *	

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A3	A5	A5	A5
					8825220 N / 367957 E	8828418 N / 367119 E	8828418 N / 367119 E	8828418 N / 367119 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					16/10/2020	14/10/2020	14/10/2020	14/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					11:00:00	09:00:00	09:00:00	12:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					16/10/2020	15/10/2020	14/10/2020	14/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:00:00	09:00:00	17:00:00	13:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9		16.8		
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		<6.0		
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13	13			60
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068			<1068	
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	2.25	7.15			<7.15	
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1		<6.1		
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008		<0.0008		
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0020		0.0077		
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025		0.0268		
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m ³	0.347	1.041		<1.041 *		
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m ³	0.000347	0.001041		<0.001041 *		



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618155

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	17/10/2020	<1.041		95%	
Dioxido de Azufre	ug/m ³	13	17/10/2020	<13	0%	102 - 107%	
Dioxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	17/10/2020	<13	0 - 2%	97%	
Mercurio Gaseoso Total	mg/m ³	0.001041	17/10/2020	<0.001041		96%	
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	17/10/2020		0%	100%	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	17/10/2020	<6.0	0%	100%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	17/10/2020	<1068	0%	94 - 98%	
Ozono	ug/m ³	7.15	17/10/2020	<7.15	0 - 1%	97 - 104%	
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	17/10/2020	<6.1	0%	96 - 102%	
Metales en PM 10 Alto Volumen							
Arsénico	ug/m ³	0.0008	17/10/2020	<0.0008	0 - 1%	106%	106%
Piomo	ug/m ³	0.0020	17/10/2020	<0.0020	0 - 3%	94%	98%
Zinc	ug/m ³	0.0025	17/10/2020	<0.0025	0 - 1%	96%	103%



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1618155**

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: 2010; 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 2006. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
EAI_SGS_ME18_MG_M3	Callao	Mercurio Gaseoso Total	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Gaseoso Total
EAI_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 : 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 : 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

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.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse 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.

Noviembre:



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1619981**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343438-042

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 11-11-2020 09:58

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A2
E
A1
G

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 18/11/2020

Rocio J. Manrique Torres
CIP 136634
Coordinador de Laboratorio



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1619981

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	G	A1
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8827087 N / 367543 E	8826914 N / 367715 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	08/11/2020	09/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	13:00:00	14:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					10/11/2020	09/11/2020	09/11/2020	10/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	13:00:00	14:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13	<13	<13	<13	<13
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M 3	ug/m³	0.347	1.041	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M 3	ug/m³	0.000347	0.001041	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	G	A1
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8827087 N / 367543 E	8826914 N / 367715 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	08/11/2020	09/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	13:00:00	14:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	08/11/2020	09/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					20:00:00	19:00:00	21:00:00	22:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m³	335	1068	1,509	<1068	<1068	<1068
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m³	2.25	7.15	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	A1	G
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8826914 N / 367715 E	8827087 N / 367543 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	10/11/2020	09/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	10/11/2020	09/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	13:00:00	13:00:00	13:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m³	4	13	60	82	35	54



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1619981**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	11/11/2020	<1.041		102%
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	11/11/2020	<13	0%	95 - 99%
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	11/11/2020	<13	0%	105%
Mercurio Gaseoso Total	ug/m ³	0.001041	11/11/2020	<0.001041		98%
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	11/11/2020	<1068	0%	101%
Ozono	ug/m ³	7.15	11/11/2020	<7.15	0%	100%
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	11/11/2020	<6.1	0%	100 - 103%



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1619981**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAI_EPACFR40A	Callao	Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2010; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
EAI_SGS_ME18_MG_M3	Callao	Mercurio Gaseoso Total	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Gaseoso Total
EAI_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 : 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 : 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

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.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse 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.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1620142**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343438-053

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 13-11-2020 10:00

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A2
E
G
A1
A5
A4
A6
A3

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 19/11/2020

Brígida R. Huamán Sanchez
C.I.P. 171520

Coordinador de Calidad de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1620142

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A2	E	G	A6
					8825773 N / 367218 E	8827494 N / 367520 E	8827087 N / 367543 E	8828234N / 367343 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/11/2020	08/11/2020	08/11/2020	11/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	13:00:00	16:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					10/11/2020	09/11/2020	09/11/2020	12/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	13:00:00	16:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m³	0.5	1.9	76.2	29.1	23.3	15.9
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13				<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m³	2.0	6.0	13.0	6.6	<6.0	<6.0
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1				<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0002	0.0008	0.0130	0.0071	0.0040	<0.0008
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0006	0.0020	0.6242	0.1387	0.1230	0.0079
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0008	0.0025	0.5762	0.1225	0.1163	0.0180
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m³	0.347	1.041				<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	mg/m³	0.000347	0.001041				0.005066 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A4	A5	A1	A3
					8827562 N / 368146 E	8828418 N / 367119 E	8828914 N / 367715 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					10/11/2020	11/11/2020	09/11/2020	10/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					13:00:00	14:00:00	14:00:00	15:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					11/11/2020	12/11/2020	10/11/2020	11/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	14:00:00	14:00:00	15:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m³	0.5	1.9	26.3	20.0	88.0	28.8
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13	<13	<13		<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m³	2.0	6.0	<6.0	<6.0	7.8	6.5
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1	<6.1	<6.1		<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0002	0.0008	0.0021	0.0017	0.0150	0.0022
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0006	0.0020	0.0361	0.0154	0.4494	0.0408
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0008	0.0025	0.0560	0.0296	0.7159	0.0883
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m³	0.347	1.041	<1.041 *	<1.041 *		<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1620142**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A4	A5	A1	A3
					8827562 N / 368146 E	8828418 N / 367119 E	8826914 N / 367715 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					10/11/2020	11/11/2020	09/11/2020	10/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					13:00:00	14:00:00	14:00:00	15:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					11/11/2020	12/11/2020	10/11/2020	11/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	14:00:00	14:00:00	15:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	mg/m³	0.000347	0.001041	0.005585 *	0.005219 *		0.005236 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A6	A4	A5	A3
					8828234N / 367343 E	8827562 N / 368146 E	8828418 N / 367119 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					12/11/2020	11/11/2020	12/11/2020	11/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					12/11/2020	11/11/2020	12/11/2020	11/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	13:00:00	13:00:00	13:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m³	4	13	81	46	52	80

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A5	A4	A6	A3
					8828418 N / 367119 E	8827562 N / 368146 E	8828234N / 367343 E	8825220 N / 367957 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					11/11/2020	10/11/2020	12/11/2020	10/11/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					14:00:00	13:00:00	08:00:00	15:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					11/11/2020	10/11/2020	12/11/2020	10/11/2020
HORA FIN DE MUESTREO					22:00:00	21:00:00	16:00:00	23:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m³	335	1068	1,107	1,591	<1068	<1068
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m³	2.25	7.15	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1620142**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	13/11/2020	<1.041		105%	
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	13/11/2020	<13	0%	98 - 100%	
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	13/11/2020	<13	0%	100%	
Mercurio Gaseoso Total	ug/m ³	0.001041	13/11/2020	<0.001041		98%	
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	13/11/2020		0%	100%	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	13/11/2020	<6.0	0%	100%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	13/11/2020	<1068	0%	93%	
Ozono	ug/m ³	7.15	13/11/2020	<7.15	0%	100%	
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	13/11/2020	<6.1	0%	100 - 103%	
Metales en PM 10 Alto Volumen							
Arsénico	ug/m ³	0.0008	13/11/2020	<0.0008	0%	99%	115%
Plomo	ug/m ³	0.0020	13/11/2020	<0.0020	0%	101%	86%
Zinc	ug/m ³	0.0025	13/11/2020	<0.0025	0%	103%	108%



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1620142**

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_EPACFR40L	Callao	Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L 2006. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
EAI_EPACFR40A	Callao	Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2010; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
EAI_SGS_ME18_MG_M3	Callao	Mercurio Gaseoso Total	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Gaseoso Total
EAI_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 : 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 : 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).

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.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse 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.

Diciembre:



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622066**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343549-028

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 09-12-2020 09:20

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
G
A1
E
A2

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 16/12/2020

Rocio J. Manrique Torres
CIP 136634
Coordinador de Laboratorio



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622066

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					G	G	G	A1
					8827087 N / 367543 E	8827087 N / 367543 E	8827087 N / 367543 E	8826914 N / 367715 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					06/12/2020	06/12/2020	06/12/2020	07/12/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					10:00:00	10:00:00	11:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					07/12/2020	06/12/2020	06/12/2020	08/12/2020
HORA FIN DE MUESTREO					10:00:00	18:00:00	12:00:00	11:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	17.3			21.1
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13			<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	6.0	7.5			7.2
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13			31	
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068		<1068		
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	2.25	7.15		<7.15		
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1	<6.1			<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008	<0.0008			0.0025
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0020	0.0244			0.0716
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025	0.0415			0.2078
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m ³	0.347	1.041	<1.041 *			<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m ³	0.000347	0.001041	<0.001041 *			<0.001041 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A1	A1	E	E
					8826914 N / 367715 E	8826914 N / 367715 E	8827494 N / 367520 E	8827494 N / 367520 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					07/12/2020	07/12/2020	06/12/2020	06/12/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	06/12/2020
HORA FIN DE MUESTREO					19:00:00	12:00:00	11:00:00	19:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9			20.1	
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			6.9	
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13		17		
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068	<1068			<1068
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	2.25	7.15	<7.15			<7.15
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1			<6.1	
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008			0.0015	



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622066**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A1	A1	E	E
					8826914 N / 367715 E	8826914 N / 367715 E	8827494 N / 367520 E	8827494 N / 367520 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					07/12/2020	07/12/2020	06/12/2020	06/12/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	06/12/2020
HORA FIN DE MUESTREO					19:00:00	12:00:00	11:00:00	19:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0006	0.0020			0.0313	
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0008	0.0025			0.0486	
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M 3	ug/m³	0.347	1.041			<1.041 *	
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M 3	ug/m³	0.000347	0.001041			<0.001041 *	

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					E	A2	A2	A2
					8827494 N / 367520 E	8825773 N / 367218 E	8825773 N / 367218 E	8825773 N / 367218 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					06/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					11:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					06/12/2020	08/12/2020	07/12/2020	07/12/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:00:00	12:00:00	20:00:00	13:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m³	0.5	1.9		22.6		
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m³	5	13		<13		
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m³	2.0	6.0		7.6		
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m³	4	13	18			20
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m³	335	1068			<1068	
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m³	2.25	7.15			<7.15	
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m³	1.9	6.1		<6.1		
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0002	0.0008		0.0042		
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0006	0.0020		0.2619		
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m³	0.0008	0.0025		0.5247		
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M 3	ug/m³	0.347	1.041		<1.041 *		
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso	EAI_SGS_ME18_MG_M 3	ug/m³	0.000347	0.001041		<0.001041 *		



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622066**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	09/12/2020	<1.041		110%	
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	09/12/2020	<13	0%	99 - 104%	
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	09/12/2020	<13	1 - 2%	96%	
Mercurio Gaseoso Total	ug/m ³	0.001041	09/12/2020	<0.001041		97%	
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	09/12/2020		0%	100%	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	09/12/2020	<6.0	1%	100%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	09/12/2020	<1068	0 - 1%	101%	
Ozono	ug/m ³	7.15	09/12/2020	<7.15	0%	100%	
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	09/12/2020	<6.1	0%	97 - 102%	
Metales en PM 10 Alto Volumen							
Arsénico	ug/m ³	0.0008	09/12/2020	<0.0008	0 - 4%	102%	101%
Plomo	ug/m ³	0.0020	09/12/2020	<0.0020	0 - 1%	101%	96%
Zinc	ug/m ³	0.0025	09/12/2020	<0.0025	0 - 1%	96%	95%



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622066**

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: 2010; 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 2006. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS) (Validado).
EAI_SGS_ME18_MG_M3	Callao	Mercurio Gaseoso Total	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Mercurio Gaseoso Total
EAI_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 : 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 : 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 : 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio)(Validado).

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.
(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.
SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse 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.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622187**

PERCY RIVERA TIZA

10457273636

ENV / MO-343549-033

PROCEDENCIA : **U.M. EL PORVENIR**

Fecha de Recepción SGS : 11-12-2020 11:00

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A5
A6
A3
A4

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 17/12/2020

Rocío J. Manrique Torres
CIP 136634
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622187

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A6	A5	A3	A4
					8828234N / 367343 E	8828418 N / 367119 E	8825220 N / 367957 E	8827562 N / 368146 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/12/2016	09/12/2016	08/12/2016	08/12/2016
HORA INICIO DE MUESTREO					14:00:00	15:00:00	12:00:00	13:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					10/12/2016	10/12/2016	09/12/2016	09/12/2016
HORA FIN DE MUESTREO					14:00:00	15:00:00	12:00:00	13:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	11.0	19.5	7.2	9.8
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13	<13	<13	<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	6.0	<6.0	6.3	<6.0	<6.0
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1	<6.1	<6.1	<6.1	<6.1
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Arsénico	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008	0.0157	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Plomo	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0020	0.0175	0.0067	<0.0020	0.0048
Zinc	EAI_EPAIO3_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025	0.0293	0.0157	0.0063	0.0081
Benceno								
Benceno	EAI_SGS_ME19_UG_M3	ug/m ³	0.347	1.041	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *	<1.041 *
Mercurio Gaseoso Total								
Mercurio Gaseoso Total	EAI_SGS_ME18_MG_M3	ug/m ³	0.000347	0.001041	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *	<0.001041 *

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A6	A5	A3	A4
					8828234N / 367343 E	8828418 N / 367119 E	8825220 N / 367957 E	8827562 N / 368146 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/12/2016	09/12/2016	08/12/2016	08/12/2016
HORA INICIO DE MUESTREO					14:00:00	15:00:00	12:00:00	13:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					09/12/2016	09/12/2016	08/12/2016	08/12/2016
HORA FIN DE MUESTREO					22:00:00	23:00:00	20:00:00	21:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1068	<1068	<1068	<1068	<1068
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	2.25	7.15	<7.15	<7.15	<7.15	<7.15



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622187**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					A5	A6	A3	A4
					8828418 N / 367119 E	8828234N / 367343 E	8825220 N / 367957 E	8827562 N / 368146 E
FECHA INICIO DE MUESTREO					10/12/2016	10/12/2016	08/12/2016	09/12/2016
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	11:00:00	12:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					10/12/2016	10/12/2016	08/12/2016	09/12/2016
HORA FIN DE MUESTREO					13:00:00	12:00:00	13:00:00	12:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales								
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13	<13	40	<13	<13



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622187**

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.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Benceno	ug/m ³	1.041	11/12/2020	<1.041		110%	
Dióxido de Azufre	ug/m ³	13	11/12/2020	<13	0%	98 - 100%	
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	13	11/12/2020	<13	1 - 2%	104%	
Mercurio Gaseoso Total	ug/m ³	0.001041	11/12/2020	<0.001041		97%	
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	11/12/2020		0%	100%	
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	11/12/2020	<6.0	1 - 2%	100%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1068	11/12/2020	<1068	0%	95 - 104%	
Ozono	ug/m ³	7.15	11/12/2020	<7.15	1%	103%	
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	6.1	11/12/2020	<6.1	0%	97 - 102%	
Metales en PM 10 Alto Volumen							
Arsénico	ug/m ³	0.0008	11/12/2020	<0.0008	0%	99%	92%
Plomo	ug/m ³	0.0020	11/12/2020	<0.0020	0 - 4%	94%	98%
Zinc	ug/m ³	0.0025	11/12/2020	<0.0025	0 - 4%	96%	111%



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1622187**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAL_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.
EAL_EPACFR40A	Callao	Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2010; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
EAL_EPACFR40L	Callao	Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L 2006. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAL_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
EAL_SGS_ME18_MG_M3	Callao	HCT Expresado como Hexano	SGS-ENVIDIV-ME-18 2011 R00 Determinación de Hidrocarburos Totales (HT) Expresados como Hexano
EAL_SGS_ME19_UG_M3	Callao	Benceno	SGS-ENVIDIV-ME-19 2011 R00 Determinación de Benceno en Aire
EAL_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-27 ; 2012; Rev. 01 - Determinación de Sulfuro de Hidrógeno en calidad de aire (Validado).
EAL_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	SGS-ENVIDIV-ME-15 ; 2012; Rev.01 - Determinación de Monóxido Carbono en calidad de aire (Validado).
EAL_SGS_ME17	Callao	Ozono	SGS-ENVIDIV-ME-17 ; 2012; Rev.01 - Determinación de Ozono en calidad de aire (Validado).
EAL_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	SGS-ENVIDIV-ME-13 Rev. 01:2013. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire (Método del Arsenito de Sodio) (Validado).

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.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse 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.

Anexo 2 Instrumentos de validación y confiabilidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo - 2020”

INVESTIGADOR:

Percy Rivera Tiza

0=Deficiente 1=Regular 2=Buena

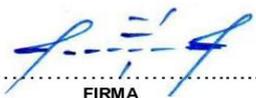
ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2												
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2											
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2										
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2									
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2								
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2							
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2						
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								2					
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico										2			
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado													2
TOTALES		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: AGUILAR ROJAS, ROGER FRANCO

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN: MAESTRO EN RESPONSABILIDAD SOCIAL, RELACIONES COMUNITARIAS Y GESTIÓN DE CONFLICTOS

CARGO U OCUPACIÓN: JEFE DE MEDIO AMBIENTE

Pasco, 19 de julio del 2021


FIRMA

DNI N° 42979987

Puntaje total = TOTALES/20

LEYENDA:	00	-	05	DEFICIENTE ()
	06	-	10	REGULAR ()
	11	-	15	BUENO ()
	16	-	20	MUY BUENO (x)

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo - 2020”

INVESTIGADOR:

Percy Rivera Tiza

0=Deficiente 1=Regular 2=Buena

ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2									
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2								
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2							
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2						
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2				
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2			
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								2		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico									2	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado										2
TOTALES		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: LOPEZ HEREÑA, HARRY JOEL

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN: MAESTRO EN GESTIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

CARGO U OCUPACIÓN: ESPECIALISTA AMBIENTAL

Pasco, 08 de marzo del 2021



 Ing. Harry López Hereña
 CIP. 186348

FIRMA

DNI N° 43526694

Puntaje total = TOTALES/20

LEYENDA:	00	-	05	DEFICIENTE ()
	06	-	10	REGULAR ()
	11	-	15	BUENO ()
	16	-	20	MUY BUENO (x)

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado San Juan de Milpo - 2020”

INVESTIGADOR:

Percy Rivera Tiza

0=Deficiente 1=Regular 2=Buena

ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2									
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2								
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2							
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2						
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2				
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2			
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								1		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico									2	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado										2
TOTALES		2	2	2	2	2	2	2	1	2	2

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: USCUCAGUA CORNELIO, MAYVI DEYSI

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN: MAESTRA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

CARGO U OCUPACIÓN: RESPONSABLE DE MEDIO AMBIENTE

Pasco, 13 de octubre del 2021



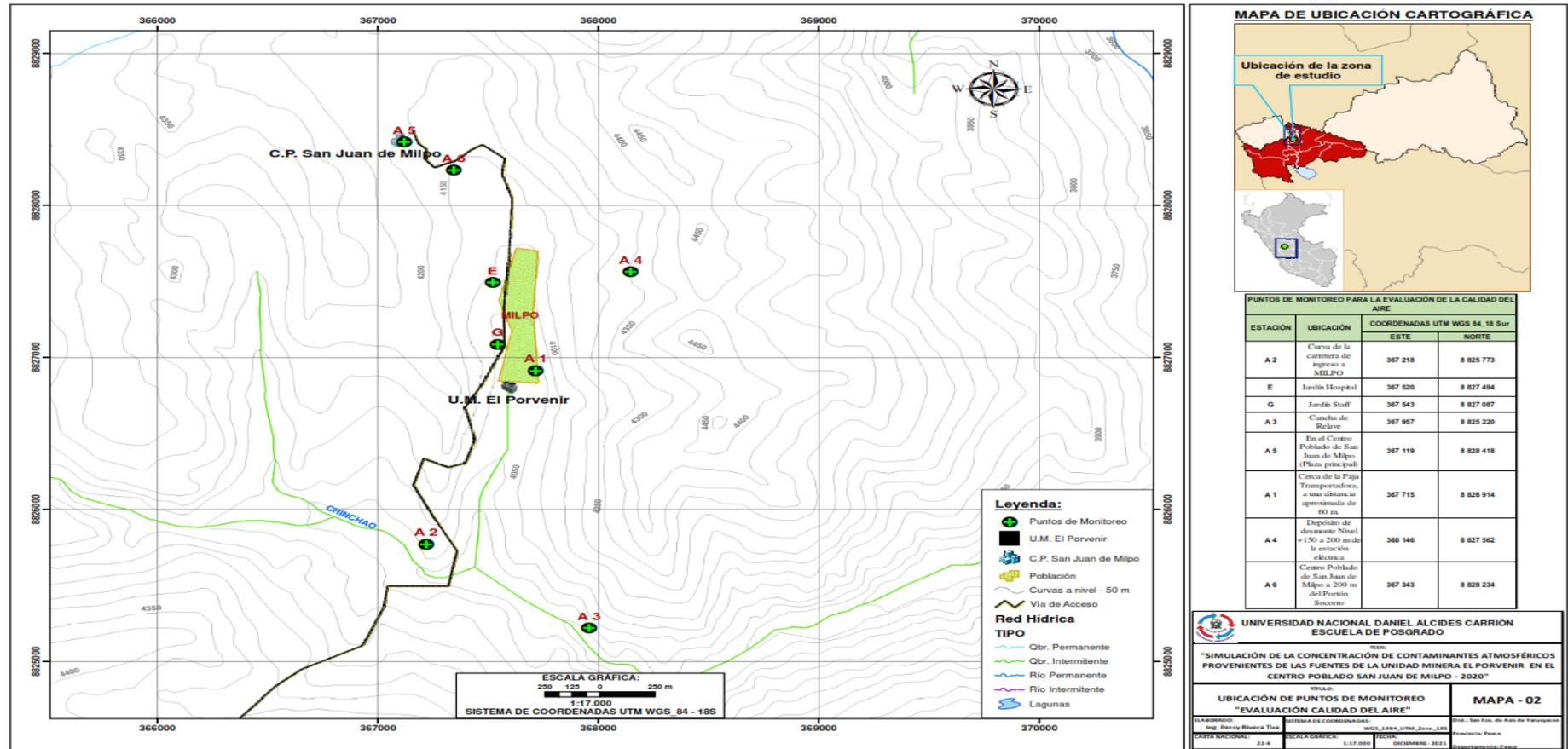
 FIRMA

DNI N° 42216195

Puntaje total = TOTALES/19

LEYENDA:	00	-	05	DEFICIENTE ()
	06	-	10	REGULAR ()
	11	-	15	BUENO ()
	16	-	20	MUY BUENO (x)

Mapa de Ubicación de los Puntos de Monitoreo para Evaluar la Calidad del Aire



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 03. Matriz de Consistencia

TÍTULO: “ Simulación de la Concentración de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de las Fuentes de la Unidad Minera El Porvenir en el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020?</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tipos contaminantes atmosféricos proveniente de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020? • ¿Cómo interviene los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020? • ¿Qué tipo de actividades mineras genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo - 2020? 	<p>GENERAL:</p> <p>Simular la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los tipos contaminantes atmosféricos proveniente de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020. • Determinar los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020. • Determinar el tipo de actividades mineras genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo – 2020. 	<p>GENERAL</p> <p>Con la simulación de la concentración de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo se pudo determinar alta presencia de material particulado.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo son el material particulado y metales pesados. • Los parámetros meteorológicos en el transporte de los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo intervienen como el medio de arrastre de los contaminantes. • Los tipos de actividades mineras genera los contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes de la Unidad Minera El Porvenir hacia el Centro Poblado de San Juan de Milpo son las actividades de explotación, procesamiento, transporte y generación de residuos. 	<p>INDEPENDIENTE:</p> <p>X : Simulación y/o modelamiento.</p> <p>DEPENDIENTE:</p> <p>Y: Concentración de contaminantes atmosféricos</p>	<p>Monitoreo</p> <p>Análisis de muestras</p> <p>Corridas con el Software</p> <p>Eficiencia</p>	<p>X₁: ECA de Aire</p> <p>X₂: Material Particulado PM-10 y PM 2.5</p> <p>X₃: Parámetros Meteorológicos</p>	<p>Se realizará el tipo de investigación no experimental</p> <p>El Nivel de Investigación es de una investigación “Descriptiva”</p>

Fuente: Elaboración propia.