



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Evaluación de la calidad del aire por emisiones de CO, PM_{2.5},
PM₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORAS

Dalens Rojas, Zulema Esther (0000-0001-8203-8843)

Macedo Gallegos, Tabatha (0000-0001-6816-6558)

ASESOR

Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso (0000-0002-1384-4603)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este presente trabajo está dedicado a mi madre Mary Luz, por todo el apoyo y fortaleza que me ha brindado en toda mi experiencia universitaria y que gracias a ella ahora soy una buena persona.

Dalens Rojas, Zulema Esther

Le dedico este trabajo a mi madre, padre y hermanas, ya que ellos han estado acompañándome en todo este proceso, apoyándome en mis momentos más difíciles y felices, siendo mi fortaleza de vida.

Macedo Gallegos, Tabatha

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios, por su presencia en mi vida, que gracias a él pude lograr esta meta, y por haberme dado a la mejor mamá, que sola pudo sacarme adelante, es mi fortaleza y apoyo incondicional.

Dalens Rojas, Zulema Esther

Agradezco a mis padres y hermanas, por toda su paciencia, saberes y por ser siempre mis cómplices, amigos, y apoyo incondicional en toda mi formación universitaria y vida diaria.

Macedo Gallegos, Tabatha

Por lo mismo queremos agradecer al Dr. Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga, quien, con sus consejos, conocimientos, experiencia, se convirtió en nuestro guía constante, ayudándonos a crecer como personas y profesionales, en la realización de este proyecto.

Dalens y Macedo

Índice de contenidos

Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimiento	14
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIONES	29
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de valorización del Índice de calidad ambiental (INCA)	5
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
Tabla 3: Validación de instrumentos de recojo de datos por los 4 profesionales. 13	
Tabla 4: Descripción de puntos de monitoreo.....	15
Tabla 5: Resultado de monitoreo de PM10, PM2.5 y CO	19
Tabla 6: Concentración de Material Particulado PM 2.5	22
Tabla 7: Concentración de Material Respirable de PM10 en la Atmósfera	22
Tabla 8: Concentración de CO en la Atmósfera.....	23
Tabla 9: Calculo de contaminantes de acuerdo a los ECAs y el INCA	24
Tabla 10: Calculo del material particulado (PM _{2.5}) de mayo	25
Tabla 11: Calculo del material particulado (PM ₁₀) de mayo.....	26
Tabla 12: Calculo del monóxido de carbono (CO) de mayo	26
Tabla 13: Calculo del material particulado (PM _{2.5}) de junio	27
Tabla 14: Calculo del material particulado (PM ₁₀) de mayo.....	27
Tabla 15: Calculo del monóxido de carbono (CO) de junio	28

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de fabricación del ladrillo.....	9
Figura 2: Diagrama de flujo del procesamiento de datos	14
Figura 3: Rosa de viento del primer monitoreo - mayo.....	18
Figura 4: Rosa de viento del segundo monitoreo - junio	18
Figura 5: Concentración de PM2.5.....	20
Figura 6: Concentración de PM10.....	20
Figura 7: Concentración del monóxido de carbono CO.....	21
Figura 8: Concentración de PM2.5 - junio	22
Figura 9: Concentración de PM10 - junio	23
Figura 10: Concentración de CO en el aire	24

Resumen

El presente estudio de tesis tiene como objetivo evaluar la calidad del aire por emisiones de $PM_{2.5}$, PM_{10} y CO generado por la industria ladrillera en Cusco. Es de carácter descriptivo, pues presenta información eficaz de la calidad del aire en las ladrilleras para futuras investigaciones. Metodológicamente es aplicado y de enfoque cuantitativo, por ello se realizó 2 monitoreos (mayo y junio), donde se identificó que el mes de mayo presenta una concentración menor a diferencia de junio, se observó que el contaminante PM_{10} tiene un valor que sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs). Los resultados mostraron que el primer monitoreo (mayo) las concentraciones del $PM_{2.5}$ fue de 30.3 ug/m^3 y de 16.3 ug/m^3 , para el PM_{10} fue de 85.4 ug/m^3 y de 32.5 ug/m^3 y para CO fue de 738 ug/m^3 en ambos puntos. Segundo monitoreo (junio) se observa un aumento en las concentraciones, para $PM_{2.5}$ fue de 49.4 ug/m^3 y de 38.2 ug/m^3 , para el PM_{10} fue de 115.4 ug/m^3 y de 57.3 ug/m^3 y para el CO fue de 5382 ug/m^3 y de 4939 ug/m^3 . En conclusión, se determinó que el estado de calidad del aire en la ladrillera de San Jerónimo es moderado.

Palabras Clave: Calidad del aire, $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, IDW, industria ladrillera

Abstract

The objective of this thesis study is to evaluate the air quality by emissions of PM_{2.5}, PM₁₀ and CO generated by the brick industry in Cusco. It is descriptive in nature, as it presents effective information on air quality in brickyards for future research. Methodologically it is applied and with a quantitative approach, therefore 2 monitorings were carried out (May and June), where it was identified that the month of May has a lower concentration than in June, it was discovered that the PM₁₀ pollutant has a value that exceeds the standards of Environmental Quality (ECA). The results showed that the first monitoring (May) the concentrations of PM_{2.5} were 30.3 ug/m³ and 16.3 ug/m³, for PM₁₀ it was 85.4 ug/m³ and 32.5 ug/m³ and for CO it was 738 ug/m³ at both points. Second monitoring (June) an increase in concentrations is observed, for PM_{2.5} it was 49.4 ug/m³ and 38.2 ug/m³, for PM₁₀ it was 115.4 ug/m³ and 57.3 ug/m³ and for CO it was of 5382 ug/m³ and 4939 ug/m³. In conclusion, it is prolonged that the state of air quality in the San Jerónimo brickyard is moderate.

Keywords: Air quality, PM_{2.5}, PM₁₀, CO, IDW, brick industry

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud; los niveles de contaminación del aire son peligrosamente altos en la mayoría de países del mundo; principalmente en aquellos que tienen ingresos bajos contrariamente a aquellos de ingresos altos como los países de Europa. Esta problemática según esta misma fuente, habría ocasionado cerca de 7 millones de muertes en el 2016 a través de afecciones respiratorias y otras enfermedades que afectan a la población más vulnerable como niños y ancianos (OMS, 2018).

De acuerdo a este organismo OMS (2016), la contaminación del aire, hace que el 92% de la población a nivel mundial viva en lugares donde los niveles de calidad del aire sobrepasan los límites establecidos con una media anual de PM2.5 es de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la cual representa un riesgo grave no solo para la salud humana si no también al medio ambiente.

Actualmente, la contaminación del aire es considerado el mayor riesgo ambiental para la salud, puesto que el CO tiene efectos negativos en la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, corazón, nervios, riesgos en el embarazo, entre otros; mientras que la emisión de partículas sólidas incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Asimismo, sus efectos ambientales podrían ocasionar una disminución de la calidad de vida de las personas como calentamiento del aire, reducción de la distancia visible, interrupción del desarrollo de plantas (Madonsela et al., 2022).

Existen muchos factores asociados a la contaminación del aire derivados del uso de combustibles y otras prácticas ineficientes, dentro de ellas los hornos de ladrillos siguen siendo una fuente importante de contaminación del aire, debido al uso ineficiente que hacen de combustibles altamente contaminantes; a lo largo de la historia, el ladrillo se ha convertido en un material indispensable en el área de construcción, y en países en desarrollo como los de América Latina, principalmente en ciudades tradicionales como Cusco, la mayor parte de su elaboración se realiza de manera artesanal, lo cual es poco eficiente y genera mayor emisión de contaminantes, gases de efecto invernadero y carbono negro en el aire de la zona (Shaikh 2013).

Por ejemplo, Lima tiene un alto índice de contaminación del aire debido al precario parque automotor de la zona urbana y la actividad industrial de las zonas periféricas, como la ladrillera artesanal de Cusco, la cual no cuentan con los avances tecnológicos para mitigar la emisión de contaminantes, principalmente $PM_{2.5}$ y PM_{10} (Cordova et al., 2021).

En la ciudad del Cusco, las industrias que más contaminan son las ladrilleras y tejerías, siendo una de las principales fuentes de contaminación ambiental. Diversos factores agravan el problema de la contaminación del aire en este sector, entre los factores que agudizan esta problemática se encuentran la poca acción del Estado en materia de regulación y el poco compromiso de los fabricantes de ladrillos (Elizabeth Abarca, 2018).

Dentro de la ciudad del Cusco, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2019, p. 8) identificó que en el distrito de San Jerónimo se ubican la mayor cantidad de fábricas de ladrillos, los cuales son los mayores proveedores de este material en la ciudad del Cusco, identificando un total de 168 unidades productivas (ladrilleras) que operan en las comunidades de Sucso Aucaylle, Picol Orcompujio y Pillao Matao. Además, este reporte da cuenta de dos tipos de unidades de producción: por un lado, las unidades productivas mayores (12) que producen más de 20 millares de ladrillos y por otro lado las unidades productivas menores (156) que producen menos de 20 mil ladrillos al mes (OEFA, 2019, p. 3). Asimismo, se resaltó que la demanda de material para la construcción de viviendas y obras de infraestructura ha ido incrementando durante los últimos años, por lo que se produce, de forma intensiva, la elaboración de ladrillos, bloques, tejas, etc. (OEFA, 2019, p. 5)

Se formuló como **problemática** general la siguiente pregunta ¿Cómo evaluar la calidad de aire por emisiones de CO, $PM_{2.5}$, PM_{10} generado por la industria ladrillera en Cusco?, y como problemas específicos: ¿Cómo identificar el comportamiento de las emisiones de CO, $PM_{2.5}$, PM_{10} generado por la industria ladrillera en Cusco?, ¿Cuáles son las concentraciones de CO, $PM_{2.5}$, PM_{10} generado por la industria ladrillera en Cusco?, y ¿Cuál es la distribución espacial de las concentraciones en la calidad de aire en Cusco?.

La justificación de la investigación se enfocó en tres aspectos como ambiental, social y práctico. Se justifica a nivel ambiental puesto que el trabajo de investigación

realizo un monitoreo de aire para determinar las concentraciones de los contaminantes estudiados con la finalidad de tener conocimiento del buen o mal estado del aire en la ladrillera. En el aspecto social la investigación proporciona un diagnóstico sobre la calidad del aire, el cual está relacionada directamente con la población ya que estaría afectando directamente a la salud de la población y ladrilleros, produciéndoles enfermedades respiratorias a largo plazo, sirviendo esto a las autoridades competentes para tomar medidas que garanticen un ambiente sano, mejorando así la calidad de vida de la población. A nivel práctico se justifica la información que se obtendrá de la investigación será de acceso para las personas, esto servirá para las instituciones correspondientes y puedan tomar medidas respecto a esta problemática, también los resultados obtenidos podrían ser tomados como referencia para profundizar más sobre este tema y ser aplicados en posteriores investigaciones.

Es por ello que nos planteamos como **objetivo general**, evaluar la calidad del aire por emisiones de CO, PM_{2.5}, PM₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco, y los **objetivos específicos** son: identificar el comportamiento de las emisiones de CO, PM_{2.5}, PM₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco, analizar las concentraciones de CO, PM_{2.5}, PM₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco, y realizar la distribución espacial de las concentraciones de la calidad de aire en Cusco.

De acuerdo a los objetivos desarrollados se estableció la **hipótesis** general, la calidad del aire se podrá evaluar debido a las emisiones del CO, PM_{2.5}, PM₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco, hipótesis específicas: las emisiones generadas por la industria ladrillera permite identificar el comportamiento del CO, PM_{2.5}, PM₁₀ en Cusco, las emisiones generadas por la industria ladrillera permite analizar el comportamiento del CO, PM_{2.5}, PM₁₀ en Cusco y las concentraciones de las emisiones permite generar la distribución espacial de la calidad del aire.

II. MARCO TEÓRICO

La OEFA (2015) indica que el **monitoreo ambiental de aire** es una herramienta importante para realizar la fiscalización ambiental. Esta se ejecuta para corroborar la presencia y medir las concentraciones de contaminantes en el ambiente como material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) u otros contaminantes, en un determinado periodo de tiempo. Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en su informe de monitoreo realizado en el 2018 obtuvo como resultados de monitoreo concentraciones para $PM_{2.5}$ que van desde $10.41 \mu g/m^3$ hasta $35.01 \mu g/m^3$, por otra parte, los valores para PM_{10} oscilan de $28.55 \mu g/m^3$ hasta $87.59 \mu g/m^3$, por último, para la concentración de CO se obtuvo un valor de $3476 \mu g/m^3$. En conclusión, las concentraciones obtenidas del monitoreo en la ladrillera de San Jerónimo están por debajo de los valores establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire del D.S. N° 003-2017-MINAM.

Los estándares de calidad ambiental (ECA) para aire, se determina mediante el D.S. N.º 003-2017 del Ministerio de Ambiente - MINAM (2017), estableciendo valores de concentración válidos durante un cierto periodo de evaluación de todas las actividades productivas antropogénicas. Estos ECAs están designados para la población en donde la actividad económica afecta la calidad de aire, así como la actividad vehicular o la dinámica urbana, que implica un potencial incremento en las emisiones atmosféricas.

Índice de calidad de aire del MINAM (2016) se basa en los ECAs en donde se realizó un cuadro de clasificación, dividido en cuatro categorías para consolidar la información de la calidad del aire producida por instituciones privadas y públicas. Según la clasificación, los valores de 0 a 50 indican una calidad de aire buena, que no representa riesgo y permite desarrollar actividades al aire libre (color verde). Los valores de 51 a 100 (amarillo) indican una calidad moderada que puede afectar a la población vulnerable (niños, adultos tercera edad, gestantes, etc.) causando algunos problemas de salud; en este caso, se pueden realizar actividades al libre, pero con algunas restricciones; con valores mayores a 101 y dentro del valor umbral del estado de cuidado (VUEC) de cada contaminante (anaranjado) denota una mala

calidad del aire, en este umbral, se pueden experimentar problemas respiratorios y se debe evitar hacer actividades al aire libre. Por último, el nivel rojo tiene valores mayores a los VUEC, con riesgo de problemas crónicos y la zona debe declararse como afectada, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Cuadro de valorización del Índice de calidad ambiental (INCA)

Calificación	Valores el INCA	Colores
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101 – VUEC	Anaranjado
VUEC	>VUEC	Rojo

La contaminación del aire, de acuerdo a lo que mencionan Shen et al. (2021) es aquella neblina toxica el cual es inducida a la atmosfera debido a las altas concentraciones de material particulado PM_{2.5}, los cuales se pueden observar en el ambiente de las ciudades, siendo esta la forma más común y evidente de contaminación de aire, el cual existen dos tipos de contaminación las visibles e invisibles, los cuales contribuyen al calentamiento global. También se considera cualquier sustancia introducida a la atmosfera por medio antropogénico, los cuales son perjudiciales para los seres vivos y el ambiente. Estos problemas son ocasionados por los diversos sectores, como el parque automotor, así como también las ladrilleras.

Los contaminantes atmosféricos que menciona Palate (2017) en su artículo, indica que la presencia de sustancias provocan riesgos a la salud humana y el ambiente. Los principales mecanismos de contaminación de aire se dan a través de procesos industriales generando CO, CO₂, y otros. Por otro lado, Zhou et al. (2022) investigaron sobre las concentraciones de PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃, y el índice de calidad de aire en 368 ciudades de China durante tres años. Sus hallazgos mostraron reducción de todos los contaminantes, pero los niveles siguen por encima de los límites recomendados.

Halek y Kavousi-Rahim (2014) han hallado las concentraciones de PM_{1.0}, PM_{2.5} y PM₁₀ en las zonas urbanas de Teherán en las estaciones cálidas y frías. Para ello, se recogieron muestras en 42 lugares de una región de 18 km² situada en el oeste

y el centro de Teherán. Las concentraciones medias de $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ y PM_{10} resultaron ser de 13,14 g/m³, 22,67 g/m³ y 95,72 g/m³ en la estación cálida; y de 50,12 µg/m³, 70,72 µg/m³ y 193,86 µg/m³ en la estación fría. En conclusión, se comprobó que las concentraciones de las partículas en suspensión eran mucho más elevadas en la estación fría.

Monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que se forma por una combustión incompleta del material orgánica, como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera, en donde no hay mucha presencia de oxígeno. Es por ello que se le considera uno de los contaminantes de mayor presencia en la atmosfera. También la OMS, de acuerdo a publicado por Nielsen (2009, p.130) menciona que el CO, en el aire se mezcla libremente en cualquier proporción, los cuales reaccionan exitosamente con el oxígeno, acetileno, cloro, óxido nitroso y flúor.

Panagi et al. (2020) mencionan que CO es fuertemente impulsado por el transporte, zona urbana e industrias, que, a través de procesos meteorológicos, los vientos transportan las masas de combustibles por todas las regiones.

Material particulado (PM_{10}) son también llamadas partículas inhalables, que son menores a 10 micrómetros, los cuales están constituidos por material líquido y sólido que se encuentran en el aire, estos son generadas por fuentes fijas y móviles ya sea de manera natural o antropogénica, su permanencia en el aire depende del tamaño de las partículas, (Canales-Rodríguez et al., 2014).

Ramírez-Cando et al. (2018) determinaron el método más adecuado para el estudio de la concentración del PM_{10} , mediante análisis geoestadísticos como Spline, Kriging e IDW haciendo uso del Software ArcGIS, pudieron determinar los puntos que presentan mayor concentración de material particulado. Se identificaron 16 puntos para el monitoreo junto con el modelo Inverse distance weighted (IDW) siendo el modelo idóneo para la evaluación de la concentración de PM_{10} .

Hernández, Riveros y Leal (2018) presentaron resultados de la estimación del nivel de inmisión del PM_{10} de fuentes fijas como las ladrilleras donde utilizaron variables como el clima y la meteorología, para ello usaron las estaciones meteorológicas de

la UNISANGIL, donde pudieron utilizar el método de Screen View 3, para determinar la longitud de la inmisión de isopletras.

Material particulado (PM_{2.5}) varía ampliamente en su composición, tamaño de partículas, entre diversos factores de emisión, siendo los generadores los procesos de combustión interna vehicular, generadores de energía para el sector industrial y en menor proporción. Para Wen et al. (2022), normalmente las concentraciones del PM_{2.5} se debe bastante a las condiciones meteorológicas, por el transporte de estos contaminantes por largas distancias.

Aldegunde et al. (2022) tuvieron como propósito mostrar la representación espacial óptima del PM_{2.5}, temperatura, humedad relativa y dirección del viento en Cartagena. Monitorearon los efectos en la población y el análisis geoestadístico donde muestra un potencial en los mapas espaciales de alta calidad del PM_{2.5} y de variables meteorológicas.

Liu et al. (2017) recopilaban diversos datos de espacios temporales para poder determinar la variación espacio-temporal del PM_{2.5} en Beijing de 2014, donde compararon y estimaron la variación estacional y diaria del nivel de exposición ponderado por población, dando como resultado que la contaminación del aire difiere referente a las estaciones, como en invierno y primavera son las altas a referencias de los otros. Por otra lado, Wang et al. (2019) realizaron su estudio en un espacio-temporal de 6 años (2013-2018) en Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) mediante datos de 102 estaciones de monitoreo de la calidad del aire, donde el promedio anual del PM_{2.5} disminuyó a 64,9 μm^3 para el 2017, mostrando que las estaciones son importantes ya que intervienen en las concentraciones del PM_{2.5}, siendo en invierno la más alta y en verano la más bajas.

Las ladrilleras artesanales de acuerdo con la guía de buenas prácticas para ladrillos artesanales proporcionado por el Ministerio de la Producción (2010), son empleados para el quemado o cocción de ladrillos, tienen un estilo de construcción en donde el material (ladrillo) está en contacto directo con el combustible (leña, plástico, llantas, papeles, etc.), además que no se tiene ningún tipo de control de la temperatura ni de emisiones de gases contaminantes.

Los tipos de hornos de acuerdo al Manual de Capacitación sector ladrillero Coalición Clima y Aire Limpio (2016) cuenta hoy en día con diferentes hornos amigables, los que utilizan combustibles o producción que pueda mejorar la emisiones atmosféricas menos contaminadas, siendo los hornos: móviles, vertical continuo, túnel, colmena y tiro invertido.

Pervaiz et al. (2021) mencionaron que, en la provincia de Punjab para finales del 2020, el gobierno anunció la prohibición de hornos de baja calidad tecnológica durante el invierno, utilizando datos espaciales evaluaron antes y durante el cierre los niveles de contaminación del aire, mediante parámetros ambientales como aerosoles, CO, SO₂, CO₂, O₃ analizaron la calidad del aire incluidos los factores meteorológicos.

Nasim y Sharif (2020) compararon dos tecnologías de hornos de ladrillos, el horno de zanja (BTK) y el horno de zigzag de tiro inducido (ZZK), se recogieron y analizaron muestras de emisiones de chimeneas de dos hornos: un ZZK de nueva construcción en el Punjab y un BTK convencional. Como segundo paso se realizó un análisis de costes y beneficios de los dos tipos de tecnologías, analizando datos de cantidades y precios de entrada y salida de los hornos. Los resultados muestran que la ZZK emite una cantidad menor de gases nocivos y de partículas en comparación con la BTK.

La **materia prima e insumos** utilizados para la fabricación de los ladrillos, se obtienen de la zona de estudio o son traídos de otros lugares, siendo estos materiales: la arcilla, el agua y la arena.

La **materia de combustión** son productos que se encuentran por la zona como: neumáticos usados, desechos de plástico (botellas de plásticos, bolsas, tecnopor) madera de eucalipto, cáscara de café, aserrín y viruta de madera y otros combustibles como aceites lubricantes, alcohol.

Abdel-Gawad et al. (2022) realizaron una evaluación del impacto a la salud de la población aledaña a la fábrica de cemento, donde emplearon como combustible el carbón, utilizaron el método de modelización de la dispersión del aire el cual estudió la dispersión de los contaminantes que emana la fábrica de cemento.

El **proceso de fabricación** del ladrillo artesanal, se realiza desde la extracción de la materia prima hasta su despacho a la población, en la figura 2 se observa el diagrama de flujo de todos los procesos de producción del ladrillo.

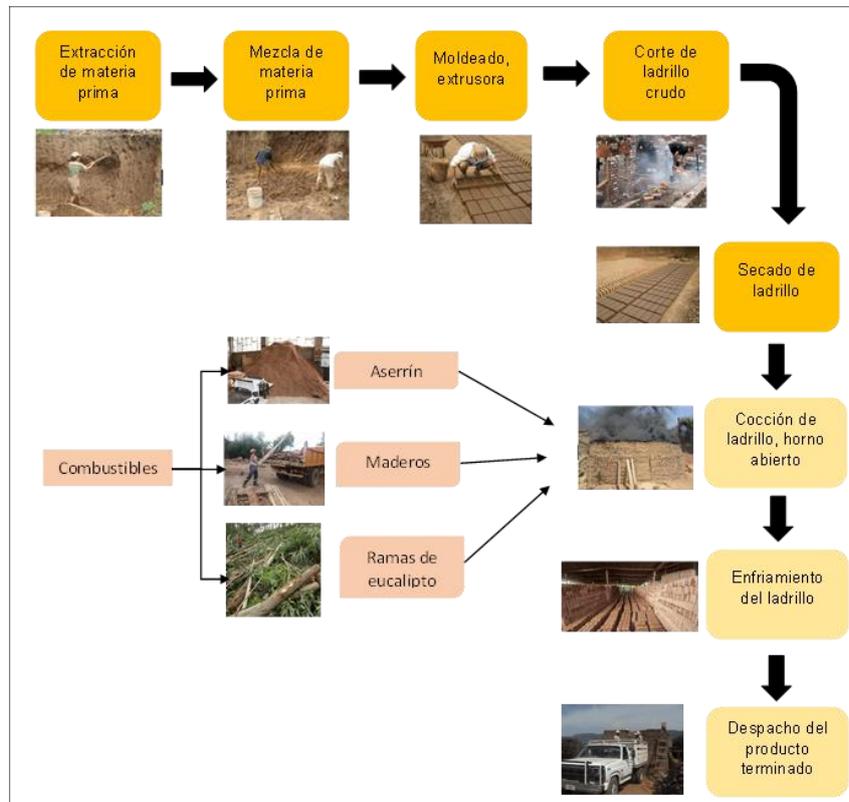


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de fabricación del ladrillo

Un **sistema de información geográfica** (GIS por sus siglas en inglés) de acuerdo a lo que mencionan Kumar, Mishra y Singh (2015), es un software que permite almacenar, analizar, administrar y presentar todo tipo de datos espaciales o geográficos. Este software se ha utilizado ampliamente para analizar y solucionar problemas ambientales, así como para monitorear la calidad del aire, puesto que presenta espacialmente qué contaminantes existen, en qué parte de una zona escogida, en qué periodo del tiempo y los cambios dentro de un periodo.

Junto con esta herramienta Jumaah et al. (2019), encontraron un conjunto de técnicas analíticas que facilitan la evaluación de las distribuciones, patrones, relaciones y toda la información de los contaminantes de interés.

Ramírez-Cando et al. (2018) determinaron el método más adecuado para el estudio de la concentración del PM10, mediante análisis geoestadísticos como Spline, Kriging e IDW haciendo uso del Software ArcGIS, donde determinaron los puntos que presentan mayor concentración de material particulado.

Ponderación de distancia inversa (IDW) es un método de interpolado de información más frecuente y con mejores resultados del GIS. Su objetivo es utilizar medidas establecidas en ciertas ubicaciones para estimar los valores de los puntos de datos de las ubicaciones contiguas.

Las rosas de viento son aquellas herramientas que de forma gráfica representan la dirección, la intensidad y la frecuencia de los vientos, estos gráficos se dan mediante la información proporcionada por la estación meteorológica y para obtener una mejor data se debe instalar el anemómetro a una altura de 10 m del suelo. Donde la representación de los rangos se observa mediante la identificación de colores; siendo los colores claros de menor frecuencia y colores oscuros de mayor frecuencia. La circunferencia que se muestra en la rosa es la velocidad del viento, que va de menor a mayor es decir del centro hacia afuera (Cárdenas, 2015).

La **distribución espacial** es la forma en que se distribuye una población en una superficie de la tierra, mediante una visualización gráfica se puede resumir datos o refleja resultados de datos. Por otro lado, Orozco y Bayas (2021) mencionan que la distribución espacial del material particulado determinan focos de emisión a una escala local, mediante un representación gráfica a través del GIS, que demuestran resultados favorables para estudiar el comportamiento de las emisiones.

III. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada y tuvo un enfoque cuantitativo. Según Álvarez Risco (2018), indica que la investigación aplicada está orientada a conseguir nuevos conocimientos, los cuales permiten dar soluciones de problemas prácticos. Por su parte, Hernández sampieri, Fernández Colado y Baptista Lucio (2014, p. 4), indican que es cuantitativo, porque se basa en un conjunto de procesos secuenciales y en un orden riguroso.

En esta investigación se aplicó un diseño no experimental de tipo transversal y de nivel descriptivo. El estudio premeditadamente no manipula las variables el cual se hace referencia a la investigación no experimental (Álvarez Risco, 2018, p. 4). Se realiza un sola medición de las variables, en donde mediante una medición simultanea se realiza el análisis de la data por el diseño transversal (Rodríguez y Mendivelso, 2018, p. 142).

3.1. Variables y operacionalización

Variable Independiente: las emisiones atmosféricas se dan mediante qué tipo de fuente (fija o móvil) y la cantidad y tipo de contaminantes emitidos a la atmosfera, por causa de actividades antrópicas y/o naturales, en una determina área geográfica o en un intervalo de tiempo.(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ,2017, p. 8)

Variable Dependiente: la calidad del aire, que según indica el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017). se basa en los cumplimientos de los Estándares de Calidad Ambiental del Aire del D.S. N°003-2017-MINAM.

Operacionalización: este se realizó en un cuadro en donde se simplificaron la relación que existe entre las variables, la problemática, objetivos, dimensiones e indicadores del trabajo de investigación, y se puede observar en el Anexo 1.

3.2. Población, muestra y muestreo

La población del trabajo de investigación se realizó en el distrito de San Jerónimo, en donde se representó a los 3 sectores de la industria ladrillera en el Cusco. Dentro del establecimiento del interés de los datos de estudio que según Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales (2016, p. 202) indican que es conjunto de casos definidos, limitados o accesibles, los cuales luego pasaran a formar parte referente de la muestra.

La muestra escogida para este estudio fueron 2 sectores de la industria ladrillera: Sucso Aucaylle y Pícol Orcompujio. Que según Hernández-Samipieri, R. (2014, p. 173), dicen que la muestra es un subgrupo de la población, de donde se recolectaran los datos, tienen que delimitarse con precisión y ser lo más representativo.

En el estudio la técnica de muestreo es no probabilístico, puesto que por el método de conveniencia se ha podido delimitar la evaluación de la calidad del aire en las ladrilleras del Cusco. El muestreo es el proceso que resulta de utilidad para la exploración de la población y así generalizar resultados (Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales, 2016, p. 206).

La unidad de análisis del estudio fueron los puntos de monitoreo, los cuales se ubicaron de forma estratégica en cada sector de la muestra, del cual se obtuvo información para su posterior análisis, con el fin de conseguir los resultados y conclusiones de la investigación (Hernández-Samipieri, R.,2014).

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó es de observación directa del fenómeno en evaluación, este se realizó de forma sistemática con la finalidad de obtener periódicamente un registro válido de datos, contando con instrumentos calibrados, que ayudan a la obtención de datos reales.(Campos y Covarrubias y Lule Martínez, 2013, p. 51).

El instrumento de recopilación de información o recolección de datos, son con el fin de analizar documentación oficial y de referencia, para comparar los resultados con los valores de la normatividad nacional. En donde mediante las fichas se nos permitió consolidar e integrar la data obtenida y someterlo al proceso de discusión de resultados, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

N°	ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
1	Identificación del área de estudio	emisiones de la industria ladrillera	observación	Ficha N° 1 Datos del lugar de estudio	Delimitación e identificación del área de estudio
2	Identificación de fuentes fijas	emisiones de la industria ladrillera	observación	Ficha N°2 Identificación de fuentes fijas	Identificación del rubro de fuentes fijas
3	Recojo de datos de CO	emisiones de la industria ladrillera	observación	Ficha N° 3 Calidad del Aire - hoja de datos - 15 días- CO	Concentración de monóxido de carbono CO

4	Recojo de datos de PM _{2.5}	Material particulado menor a 2.5 micras	observación	Ficha N° 4 Calidad del Aire - hoja de datos - 15 días - PM _{2.5}	Concentración de PM _{2.5}
5	Recojo de datos de PM ₁₀	Material particulado menor a 10 micras	observación	Ficha N° 5 Calidad del Aire - hoja de datos - 15 días - PM ₁₀	Concentración de PM ₁₀
6	Recojo de datos de la dirección del viento	condiciones climáticas ambientales	observación	Ficha N° 6 Calidad del Aire - hoja de datos - 15 días - dirección del viento	Analizar la dirección del viento
7	Datos de las imágenes satelitales	LandViewer	observación	Ficha N° 7 Datos de lugar imágenes satelitales	determinar las concentraciones por imágenes satelitales

Validez del Instrumento, según Hernández y Pascual Barrera (2018), un instrumento de investigación se da por válido cuando este proporciona la fiabilidad y ha garantizado la veracidad de los resultados. Es por ello, que para esta investigación los 07 instrumentos fueron evaluados por 4 expertos donde se obtuvo la validez y confiabilidad, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3: Validación de instrumentos de recojo de datos por los 4 profesionales

Apellidos y Nombres	N° de CIP	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6	I.7	% de validez	Promedio de Validación Total
CASTRO TENA, Lucero Katherine	162994	95	95	95	95	95	95	95	95%	90.00%
GUERE SALAZAR, Fiorella Vanessa	131344	85	85	85	85	85	85	85	85%	
CABELLO TORRES, Rita Jaqueline	145791	90	90	90	90	90	90	90	90%	
URQUIZO QUISPE, Haydee Alicia	140623	90	90	90	90	90	90	90	90%	

La confiabilidad del instrumento, es aquel que tiene como objeto el obtener la fiabilidad del instrumento el cual a partir de la data obtenida, se puede realizar ejecución de los resultados (Hernández y Pascual Barrera, 2018, p. 161), en este estudio, se dio confiabilidad por el software ArcGIS y el monitoreo ambiental realizado.

3.4. Procedimiento

En presente trabajo de investigación se aplicaron los siguientes procedimientos, el cual se muestra en el siguiente diagrama de flujo como se ve en la figura 3.

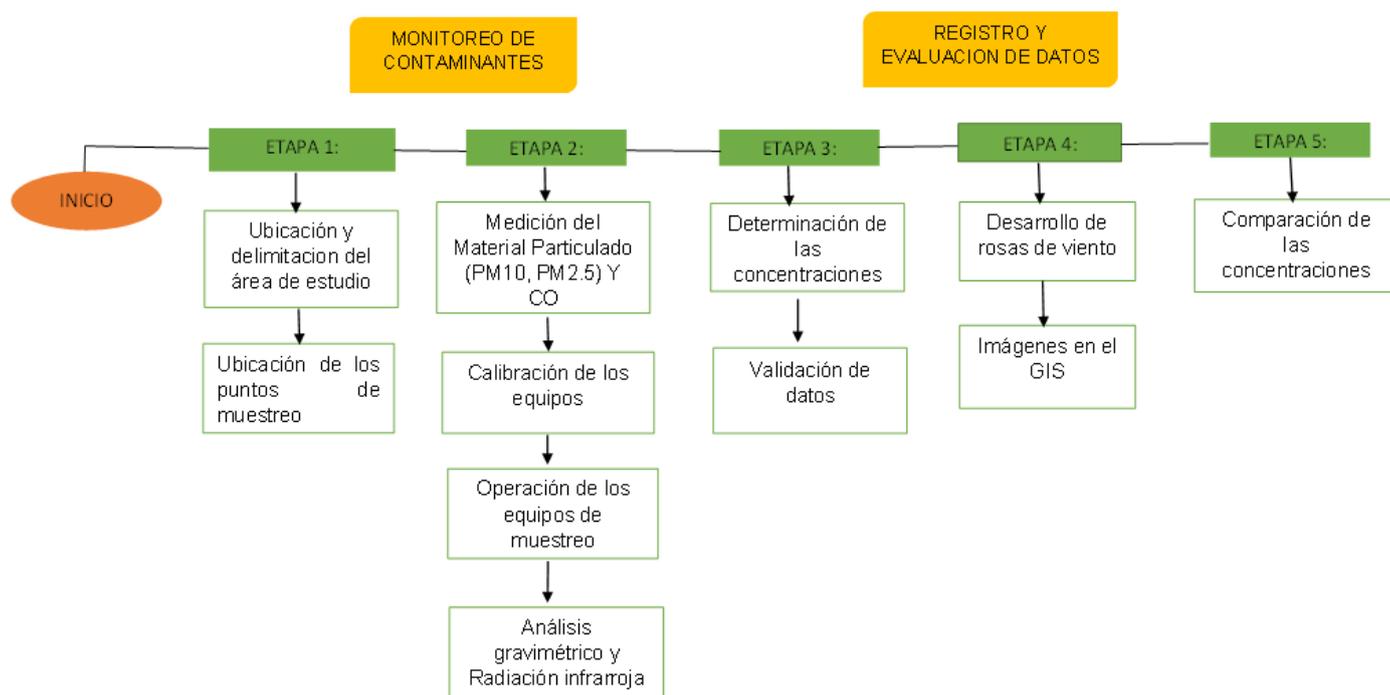


Figura 2: Diagrama de flujo del procesamiento de datos

A. Ubicación y delimitación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de San Jerónimo, ubicado en la provincia y departamento del Cusco, presentado una superficie de 103,34 km², con una altitud que varía entre los 3100 msnm en la zona de Angostura hasta los 4200 en Huaccoto.

dentro del distrito se ubica el sector ladrillero, conformado por las comunidades de Sucso Aycaylle, Pícol Orcompujio y Apurante Huayco.

B. Ubicación de los puntos de muestreo

Para la de muestra se realizó el reconocimiento de las zonas de Sucso Aycaylle y Pícol Orcompujio, en donde se identificó un punto representativo en cada zona.

C. Instalación de las estaciones de monitoreo

Para el trabajo de investigación, se hizo la instalación de 02 equipos para el monitoreo de calidad de aire: Muestreador de partículas. Y 01 rotámetro para

la evaluación de gases, el cual se ubicó el equipo en puntos estratégicos que se encuentren a favor de la dirección del viento.

El equipo que se utilizó para monitorear el Material Particulado, tiene un periodo de 24 horas y el rotámetro para el monitoreo de gases tiene un tiempo de 8 horas de medición, este tiempo de muestreo está establecido por D.S. N° 003-2017-MINAM

Para el análisis de los datos se considera el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de Datos del DIGESA, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4: Descripción de puntos de monitoreo

CODIGO	COORDENADAS latitud/longitud		ESTACION DE MONITREO
CA-01	13°32'57"S	71°53'42"W	Vivienda del presidente de la comunidad Sucso Aucaylle
CA-02	13°33'15"S	71°54'08"W	Ladrillera Picoll

D. Obtención de información y Procesamiento de datos de PM₁₀ y PM_{2.5}, CO y dirección del viento.

Una vez instalada los equipos de monitoreo se procede con el ensamblaje e instalación del equipo HOW-VOL TCR TECORA muestreador de aire, estación Meteorológica Davis Vantage Pro-2 y un medidor de caudal Dwyer. Para la obtención de datos de material particulado, tanto para PM₁₀ y PM_{2.5}, CO y el método dirección del viento se realizó el monitoreo con una consultora ambiental, el cual se han considerado las normas provenientes del Ministerio del Ambiente y de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), siguiendo el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire posterior a ello para obtener resultados del Material particulado se analiza en un laboratorio el cual se realiza mediante el método de pesado de filtros por gravimetría el cual es una técnica que se emplea para determinar concentraciones en donde se realiza un pesaje diferencial, tomando al filtro con el contaminante que se recolectó menos un filtro limpio y en un determinado volumen de aire, para disponer el volumen del aire en su

totalidad, tenemos que observar el flujo de volumen y el tiempo de exposición; para determinar la concentración de material particulado presente en el aire medimos todo lo acumulado en el filtro teniendo una masa total y se divide por el aire de muestra en volumen, toda la concentración se expresa en $\mu g/m^3$, para el CO se realiza un análisis en el laboratorio y para dirección del viento se extrae la información del sensor y se descarga a la computadora en hojas de cálculo de Excel en valores ; para luego ser procesadas.

La normativa peruana de calidad del aire de los ECAs, en donde MINAM (2017) indica los siguientes valores de referencia que se muestran en el anexo 3.

E. Método para el análisis

Para el análisis e interpretación de la información obtenida se ha realizado mediante tablas, gráficas y barras, perteneciente a la estadística descriptiva, el cual se utilizó el software Microsoft Excel, para el análisis de los datos meteorológicos, se utilizó el software Microsoft Excel y el software WRPLOT View, que ayudo a la elaboración de las rosas de viento, para el diseño de las imágenes.

Para representar la distribución espacial de las concentraciones de los contaminantes monitoreados se utilizó el software ArcGIS mediante modelo de interpolación de distancia inversa ponderada (IDW).

3.5. Método de análisis de datos

En este trabajo de investigación se empleó una estadística inferencial, con la base datos obtenidos del monitoreo ambiental del aire y de la estación meteorológica utilizada, para luego ser empleadas en el software ArcGIS por medio del método IDW poder determinar calidad del aire de las ladrilleras. Asimismo, se empleó, la estadística descriptiva, luego que se obtuvieron los datos de los contaminantes se establecieron en tablas y cuadros los porcentajes de las emisiones de los gases contaminantes para dar un mejor resultado.

3.6. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se ha desarrollado con autenticidad e integridad científica por medio de la plataforma Turnitin, el cual fue aprobado por la Resolución del Vicerrectorado de Investigación N° 116-2021-VI-UCV, respetando

los lineamientos del código de ética de la Universidad Cesar Vallejo (UCV), siguiendo sus principios generales de respeto por las personas en su integridad y autonomía, porque se reconoció la dignidad y autodeterminación de todos los involucrados; búsqueda del bienestar, ya que este estudio se basa en el interés por reducir los riesgos a la salud humana y la preservación del medio ambiente; honestidad, debido a que la información presentada aquí es veraz y se respetó la intelectualidad de los autores que contribuyeron mediante las citas y referencias que fueron aprobados por una revisión de originalidad; rigor científico, porque se recopiló los datos siguiendo el método científico y se revisó los resultados de forma detallada; y responsabilidad, puesto que se cuenta con la aprobación de la Resolución de Consejo Universitario N° 0262-2020-UCV, en donde se aprueba la actualización del Código de Ética de la Investigación.

IV. RESULTADOS

El comportamiento de las emisiones se estableció de acuerdo a los resultados obtenidos de la estación meteorológica utilizada en el monitoreo, por consiguiente, se desarrolló la rosa de viento de los puntos monitoreados (mayo y junio). Estos datos ayudaron a establecer la dirección en la que se dirige el viento y a que velocidad va, de acuerdo a estos factores se pudo observar la dispersión de los contaminantes en el sector ladrillero. Los cuadros de los datos de las condiciones meteorológicas se observan en el anexo 5 y en las figuras 3-4, se observan la rosa de viento los monitoreos realizados.

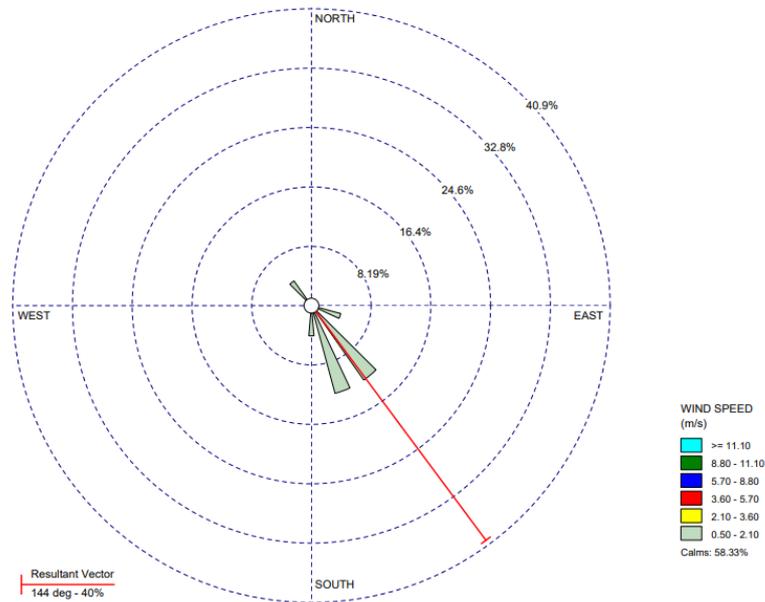


Figura 3: Rosa de viento del primer monitoreo - mayo

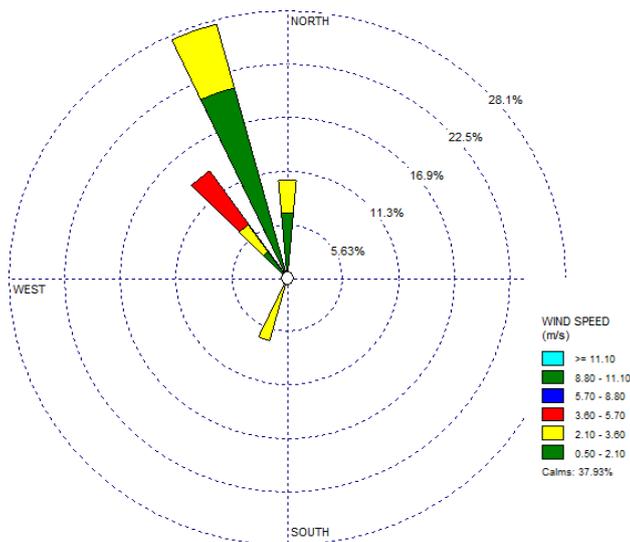


Figura 4: Rosa de viento del segundo monitoreo - junio

En la figura 3 y 4, se observan la dirección y velocidad del viento para lo meses (mayo y junio). Podemos observar que la dirección y velocidad del viento para el mes de mayo, presentaron vientos bajos provenientes de sureste hacia el noroeste, con velocidades que oscilan entre 0.43 a 0.51 m/s, como se muestra en el anexo 7.

Para el mes de junio se observan la dirección y velocidad del viento presentando vientos bajos provenientes de sureste hacia el noroeste, con velocidades que oscilan entre 1.52 a 3.08 m/s, como se observa en el anexo 8.

Primer Monitoreo de PM10, PM2.5 Y CO

El monitoreo realizado para el material particulado PM_{2.5}, PM₁₀ y CO, ejecutado en los dos puntos seleccionados de las ladrilleras. Los resultados se observan en la tabla 5 y la ubicación de estos puntos se muestran en anexo 5.

Tabla 5: Resultado de monitoreo de PM10, PM2.5 y CO

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo		Valores ECA AIRE (µg/m ³)
		CA-01	CA-02	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM_{2.5})	10-11/05/2022	30.3	16.3	50
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)	10-11/05/2022	85.4	32.5	100
Monóxido de Carbono (CO)	10-11/05/2022	<738	<738	10 000

- Punto de monitoreo CA-01 y CA-02 del PM_{2.5}

En la figura 5, los resultados de las concentraciones de PM_{2.5} en la estación CA-01 es 30.3 µg/m³ y en la estación CA-02 es 16.3 µg/m³, siendo así, las concentraciones se encuentran por debajo del valor de 50 µg/m³ establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, cumpliendo con lo establecido en el D.S. N.º 003-2017-MINAM.

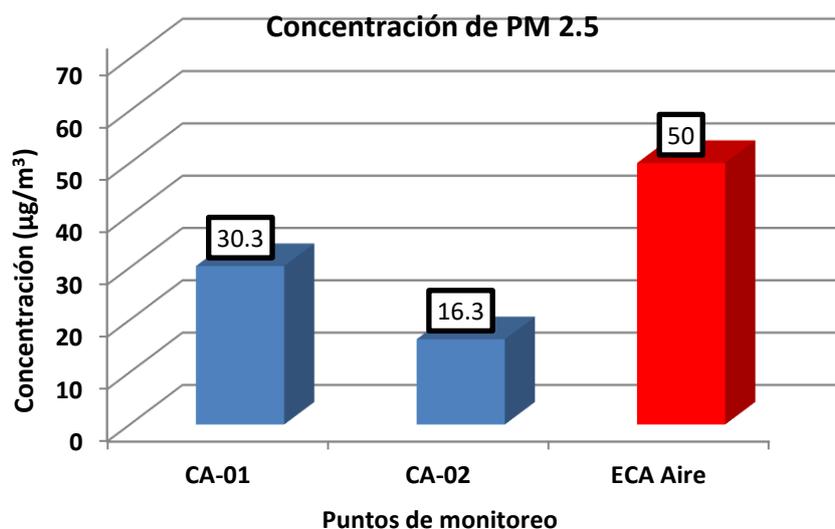


Figura 5: Concentración de PM2.5

Los resultados mostrados en la figura 5, fueron trasladados al software ArcGIS, para ser procesadas y posteriormente visualizadas mediante imágenes, donde en base a la diferencia de colores se puede observar la diferencia que hay en un punto a otro, ver el anexo 9.

- Punto de Monitoreo CA-01 y CA-02 del PM₁₀

Los resultados en la concentración de PM₁₀ en la estación CA-01 es 85.4 µg/m³ y en la estación CA-02 es 32.5 µg/m³, lo cual se encuentra por debajo del valor de 100 µg/m³ establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, cumpliendo con lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

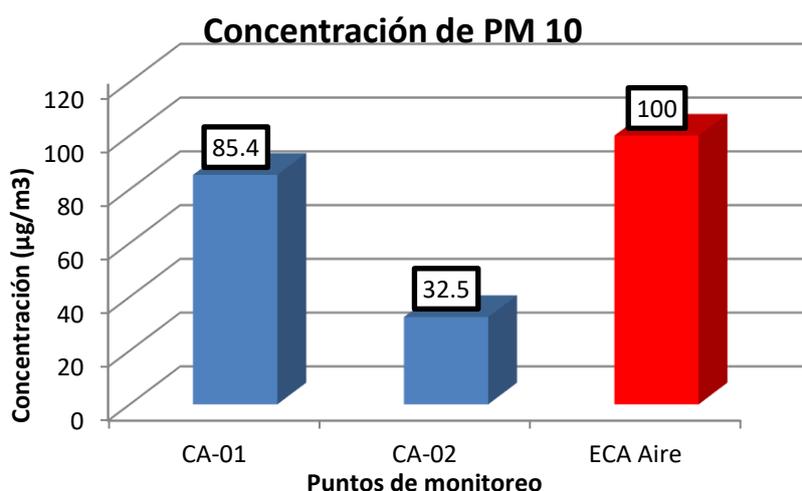


Figura 6: Concentración de PM10

Los resultados mostrados en la figura 6, fueron trasladados al software ArcGIS, para ser procesadas y posteriormente visualizadas mediante imágenes, donde en base a la diferencia de colores se puede observar la diferencia que hay en un punto a otro, ver el anexo 10.

- Monitoreo CA-01 y CA-02 del CO

Los resultados de las concentraciones de CO en la estación CA-01 es $<738 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación CA-02 es $<738 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, en ambas estaciones la concentración se encuentra por debajo del valor de $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, cumpliendo con lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

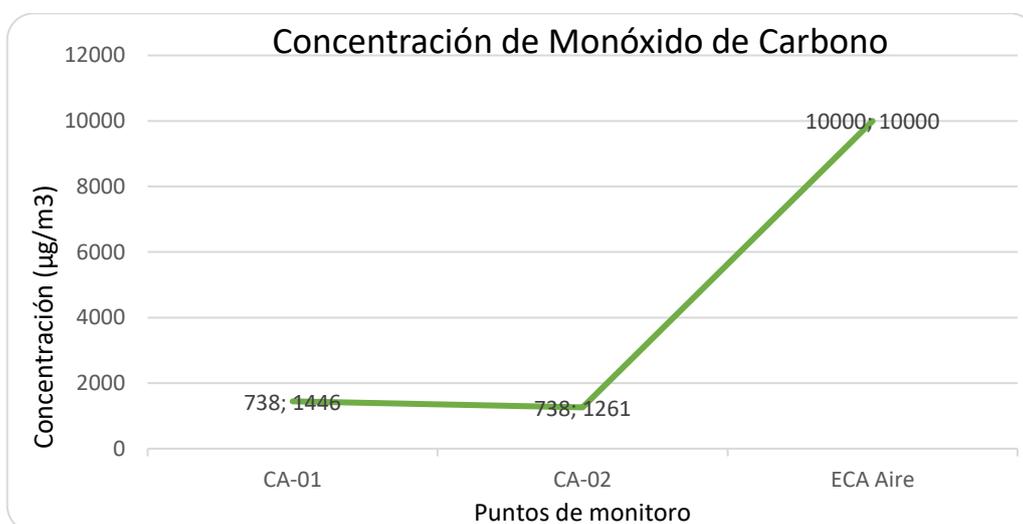


Figura 7: Concentración del monóxido de carbono CO

Los resultados mostrados en la figura 7, fueron trasladados al software ArcGIS, para ser procesadas y posteriormente visualizadas mediante imágenes, donde en base a la diferencia de colores se puede observar que hay una similitud entre ambos puntos.

Segundo monitoreo de PM10, PM2.5 y CO

En monitoreo realizado para determinar los valores de concentración del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, y CO, ejecutado en dos puntos estratégicos de monitoreo, en la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos.

- Punto de monitoreo E-01 y E-02 del PM_{2.5}

Tabla 6: Concentración de Material Particulado PM 2.5

ESTACIÓN	FECHA DE MONITOREO		CONCENTRACIÓN (µg/m ³)
	Inicio	Final	
E-01	20/06/2022	21/06/2022	38.2
E-02	20/06/2022	21/06/2022	49.4
ECA			50

En la tabla 6, se muestra los valores de las concentraciones obtenidas del monitoreo, en el punto E-01 se obtuvo un valor de 38.2 µg/m³ y en el punto E-02 se obtuvo un valor de 49.4 µg/m³

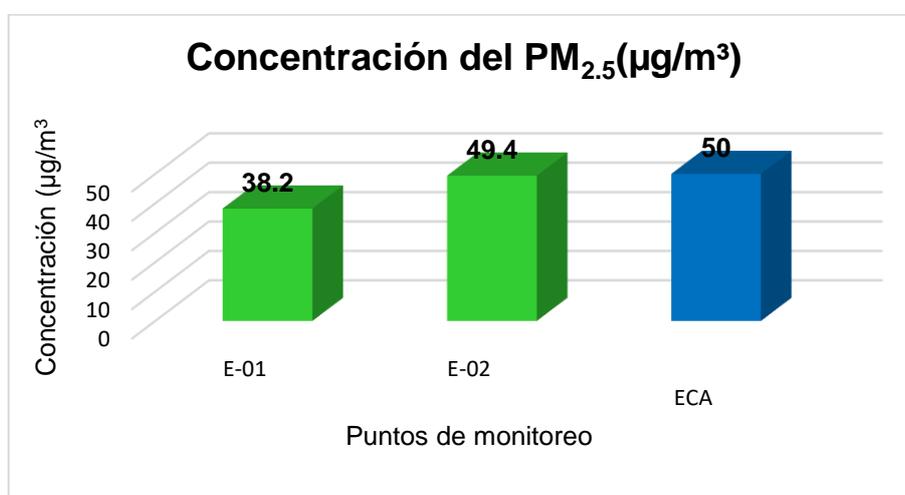


Figura 8: Concentración de PM_{2.5} - junio

En la figura 8, los resultados obtenidos en el monitoreo del PM_{2.5} en el punto E-01, se obtuvo un valor de 38.2 µg/m³ y para el punto E-02, se obtuvo un valor de 49.4 µg/m³ de acuerdo a lo establecido por D.S. N.º 003-2017-MINAM nos indica que los estándares de calidad ambiental son de 50 µg/m³, por lo tanto, ambos puntos se encuentran cumpliendo con lo establecido por el decreto, como se observa en el anexo 11.

- Punto de Monitoreo E-01 y E-02 del PM₁₀

Tabla 7: Concentración de Material Respirable de PM₁₀ en la Atmósfera

ESTACIÓN	FECHA DE MONITOREO		CONCENTRACIÓN (µg/m ³)
	Inicio	Final	
E-01	20/06/2022	21/06/2022	57.3
E-02	20/06/2022	21/06/2022	115.4
ECA			100

En la tabla 7, se muestra los valores de las concentraciones obtenidas del monitoreo, en el punto E-01 se obtuvo un valor de 115.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el punto E-02 se obtuvo un valor de 57.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

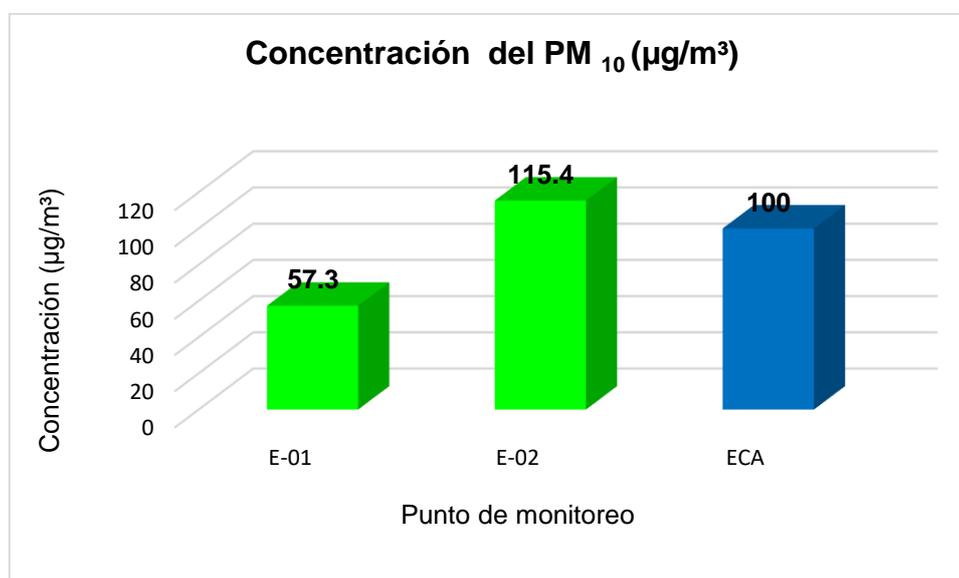


Figura 9: Concentración de PM10 - junio

En la figura 9, los resultados obtenidos en el monitoreo del PM₁₀ en el punto E-01, se obtuvo un valor de 115.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el punto E-02, se obtuvo un valor de 57.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo a lo establecido por el D.S. N.º 003-2017-MINAM indica que los estándares de calidad ambiental son de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir que el punto E-01 supera lo establecido, como se observa en el anexo 12.

- Monitoreo CA-01 y CA-02 del CO

Tabla 8: Concentración de CO en la Atmósfera

ESTACIÓN	FECHA DE MONITOREO		CONCENTRACIÓN N ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Inicio	Final	
E-01	23/06/2022	24/06/2022	4939
E-02	23/06/2022	24/06/2022	5382
ECA			10000

En la tabla 8, muestran los valores de las concentraciones obtenidas del monitoreo, en el punto E-01 se obtuvo un valor de 5382 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el punto E-02 se obtuvo un valor de 4939 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

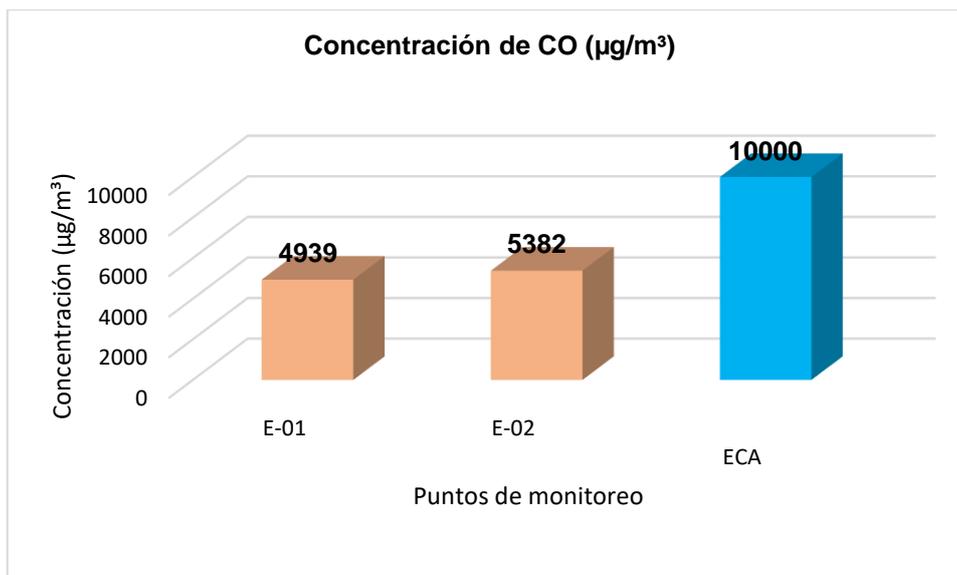


Figura 10: Concentración de CO en el aire

En la figura 10, los resultados de las concentraciones de CO en la estación E-01 es 5382 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación E-02 se obtuvo un valor de 4939 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ambos valores se encuentran por debajo del valor de 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, cumpliendo con el D.S. N.º 003-2017-MINAM, como se observa en el anexo 13.

Elaboración de la distribución espacial de las concentraciones

Para la elaboración de los mapas donde se representa la distribución espacial de las concentraciones tanto para el material particulado PM2.5, PM10 y monóxido de carbono, junto con los mapas de dirección y velocidad del viento. Se realizó mediante una interpolación de ponderación de distancia inversa (IDW), calculado con los valores obtenidos del monitoreo para generar los mapas que se observan en los anexos 7 al 13.

Resultados de contaminación de aire comparado con los valores de Índice de Calidad de Aire.

Para el desarrollo matemático de los valores del Índice de Calidad del Aire (INCA), se tomó como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Aire, en la tabla 4 se muestra el cálculo de Índice de Calidad de Aire por cada contaminante.

Tabla 9: *Calculo de contaminantes de acuerdo a los ECAs y el INCA*

Cálculo del Material Particulado (PM10) Promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación
0-50	0-75	
51-100	76-150	$I(\text{PM}_{10}) = (\text{PM}_{10}) * 100 / 100$
101-167	151-250	
>167	>250	
Cálculo del Material Particulado (PM2.5) Promedio 24 horas		
0-50	0-12.5	
51-100	12.6-25	$I(\text{PM}_{2.5}) = (\text{PM}_{2.5}) * 100 / 50$
101-500	25.1-125	
>500	>125	
Cálculo del Monóxido de Carbono (CO) Promedio 8 horas		
0-50	0-5049	
51-100	5050-10049	$I(\text{CO}) = (\text{CO}) * 100 / 10000$
101-150	10050-15049	
>150	>15050	

Cálculo de material particulado (PM_{2.5}) mes de mayo

En la tabla 10 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del material particulado (PM_{2.5}), se obtuvo el valor de 60.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ considerando el valor más alto.

Tabla 10: Cálculo del material particulado (PM_{2.5}) de mayo

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Valores ECA AIRE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		CA-01	CA-02	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	10-11/05/2022	30.3	16.3	50
Cálculo de material particulado		60.6	32.6	
INCA		Moderada	Buena	

Cálculo de material particulado (PM_{2.5})

$$\text{CA-01 (PM}_{2.5}\text{)} = 30.3 * \frac{100}{50} = 60.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$\text{CA-02 (PM}_{2.5}\text{)} = 16.3 * \frac{100}{50} = 32.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo de material particulado (PM₁₀) mes de mayo

En la tabla 11 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del material particulado (PM₁₀), se obtuvo el valor de 85.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ considerando el valor más alto.

Tabla 11: *Calculo del material particulado (PM₁₀) de mayo*

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados (µg/m ³)		Valores ECA AIRE (µg/m ³)
		CA-01	CA-02	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	10-11/05/2022	85.4	32.5	100
Cálculo de material particulado		85.4	32.5	
INCA		Moderada	Buena	

Cálculo de material particulado (PM₁₀)

$$\text{CA-01 (PM10)} = 85.4 * \frac{100}{100} = 85.4 \text{ µg/m}^3$$

$$\text{CA-02 (PM10)} = 32.5 * \frac{100}{100} = 32.5 \text{ µg/m}^3$$

Cálculo de Monóxido de Carbono (CO) mes de mayo

En la tabla 12 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del Monóxido de Carbono, se obtuvo el valor de 7.38 µg/m³ considerando el valor más alto.

Tabla 12: *Calculo del monóxido de carbono (CO) de mayo*

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados (µg/m ³)		Valores ECA AIRE (µg/m ³)
		CA-01	CA-02	
Monóxido de Carbono (CO)	10-11/05/2022	<738	<738	10 000
Cálculo de Monóxido de Carbono (CO)		7.38	7.38	
INCA		Buena	Buena	

Cálculo de Monóxido de Carbono (CO)

$$\text{CA-01 y CA-02 (CO)} = 738 * \frac{100}{10000} = 7.38 \text{ µg/m}^3$$

Cálculo de material particulado (PM_{2.5}) mes de junio

En la tabla 13 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del material particulado (PM_{2.5}), se obtuvo el valor de 99.8 µg/m³ considerando el valor más alto

Tabla 13: Calculo del material particulado (PM_{2.5}) de junio

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados (µg/m ³)		Valores ECA AIRE (µg/m ³)
		E-01	E-02	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	20/06/2022	38.2	49.4	50
Cálculo de material particulado		76.4	99.8	
INCA		Moderada	Moderada	

Cálculo de material particulado (PM_{2.5})

$$\text{E-01 (PM}_{2.5}\text{)} = 38.2 * \frac{100}{50} = 76.4 \text{ µg/m}^3$$

$$\text{E-02 (PM}_{2.5}\text{)} = 49.9 * \frac{100}{50} = 99.8 \text{ µg/m}^3$$

Cálculo de material particulado (PM₁₀) mes de junio

En la tabla 14 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del material particulado (PM₁₀), se obtuvo el valor de 115.4 µg/m³ considerando el valor más alto

Tabla 14: Calculo del material particulado (PM₁₀) de mayo

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados (µg/m ³)		Valores ECA AIRE (µg/m ³)
		E-01	E-02	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	20/06/2022	57.3	115.4	100
Cálculo de material particulado		57.3	115.4	
INCA		Mala	Mala	

Cálculo de material particulado (PM₁₀)

$$\text{E-01 (PM}_{10}\text{)} = 57.3 * \frac{100}{100} = 57.3 \text{ µg/m}^3$$

$$\text{E-02 (PM}_{10}\text{)} = 115.4 * \frac{100}{100} = 115.4 \text{ µg/m}^3$$

Cálculo de Monóxido de Carbono (CO) mes de junio

En la tabla 15 se muestran los resultados del cálculo del Índice de calidad de Aire (INCA) con respecto a la concentración del Monóxido de Carbono (CO) se obtuvo el valor de 53.82 µg/m³ considerando el valor más alto.

Tabla 15: *Calculo del monóxido de carbono (CO) de junio*

Parámetro	Fecha de monitoreo	Estaciones de Muestreo Resultados ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Valores ECA AIRE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		E-01	E-02	
Monóxido de Carbono (CO)	20/06/2022	4939	5382	10 000
Cálculo de Monóxido de Carbono (CO)		49.39	53.82	
INCA		Buena	Moderada	

Cálculo de Monóxido de Carbono (CO)

$$\mathbf{E-01} \text{ (CO)} = 4939 * \frac{100}{10000} = 49.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$\mathbf{E-02} \text{ (CO)} = 5382 * \frac{100}{10000} = 53.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

V. DISCUSIONES

Referente a los resultados obtenidos en la investigación, la concentración de los contaminantes como el material particulado 2.5 (PM_{2.5}), material particulado 10 (PM₁₀) y monóxido de carbono (CO) obtenido del monitoreo de aire, se encuentran cumpliendo con lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, establecido en el D.S. N.º 003-2017-MINAM, el resultado no fue lo esperado, ya que se contaba con obtener resultados de concentraciones que sobrepasaran los rangos establecidos por la normativa. Abdel-Gawad et al. (2022) utilizó el programa de modelado AERMOD para medir y representar la concentración de contaminantes de la planta de cemento estudiado, finalmente se comparó los resultados con la ley ambiental egipcia y en ambos estudios se obtuvo como resultado que las concentraciones de los contaminantes están cumpliendo con su normativa establecida en cada país.

La elaboración de la rosa de viento, permitió determinar el comportamiento de los contaminantes material particulado 2.5 (PM_{2.5}), material particulado 10 (PM₁₀) y monóxido de carbono (CO), según el resultado del estudio se observó que en los meses mayo y junio la presencia de viento fueron moderadas teniendo valores de 0 a 3 m/s máx., para analizar la dirección del viento se tomó en cuenta el barlovento y sotavento, el cual ayudó a determinar el punto de inicio del viento (Suroeste) y hacia dónde se dirige el contaminante (Noroeste) (Cárdenas, 2015). Halek y Kavousi-Rahim (2014), trabajaron con datos satelitales y el SIG para la elaboración de mapas de las concentraciones contaminantes, se pudo determinar que los valores eran muy elevados e incluso se pronosticó que serían aún mayores, en esta investigación resalta que la velocidad y la dirección del viento son factores muy importantes que alteran las concentraciones de las partículas contaminantes y su distribución.

Por otro lado, se tomó como referencia el informe de monitoreo de aire en la ladrillera de San Jerónimo realizado por la OEFA en el 2018, debido a que los dirigentes de la comunidad no permitieron el acceso por más de dos días para realizar el monitoreo en la zona ladrillera, sin embargo, el informe proporcionado

por la entidad fiscalizadora nos permitió hacer una comparación de ambos estudios para evaluar la calidad del aire. Pervaiz et al. (2021) mencionan que el gobierno de Punjab, anunció la prohibición de los hornos ladrilleros para finales del 2020.

Según los resultados de la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$ y monóxido de carbono (CO) que se obtuvo del monitoreo ambiental se determinó la evaluación de la calidad de aire mediante la aplicación de la fórmula establecida para cada contaminante según el Índice de Calidad Ambiental (INCA). De acuerdo con el valor obtenido se realizó la comparación con el cuadro de valorización de colores del (INCA) donde se determinó que la calidad de aire en la ladrillera es moderada.

De acuerdo a al resultado obtenido del monitoreo ambiental de aire, se pudo representar el valor para cada contaminante, es decir la concentración y el comportamiento de los mismos mediante el sistema de información geográfica (GIS), permitiendo la evaluación del aire y tomar medidas para disminuir la contaminación en la zona. Wang et al. (2019) demostraron que la concentración del $PM_{2.5}$, disminuyó de un 98,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el 2013 a 64,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el 2017, demostrando que el plan de control y prevención de la contaminación del aire, llegó a establecer una meta de reducción del 25% en la región de Beijing, Tianjin, Hebei.

El estudio de la evaluación de la calidad de aire mediante el uso de sistema de información geográfica permitió representar y analizar la información de una forma sencilla y eficiente, el cual se debe tener en cuenta para el desarrollo de futuras investigaciones. Hernández, Riveros y Leal (2018) utilizaron el GIS y el software Screen View para representar la concentración y dispersión de los contaminantes. Como resultado para el estudio de Hernández, Riveros y Leal (2018), se determinó que en la ladrillera 2 presenta mayores emisiones de PM_{10} a la atmósfera, con un total de 24206,48 kg PM_{10} /año y en el trabajo se determinó que el punto CA-02 presenta mayor concentración de PM_{10} con un 85.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El propósito de Aldegunde et al. (2022) fue definir la representación espacial óptima del PM_{2.5}, humedad relativa, temperatura y velocidad del viento en el distrito urbano de Cartagena, Colombia. La falta de datos debido a la escasez de estaciones hizo necesaria una metodología ad hoc, que incluyó la interpolación implementando un modelo de kriging ordinario, el cual fue alimentado por datos obtenidos a través del modelo de ponderación de distancia inversa (IDW). En el trabajo de investigación se aplicó el modelo de ponderación de distancia inversa para el desarrollo de la distribución espacial, donde se buscó la representación gráfica de la concentración de cada contaminante monitoreado, así como la dirección y velocidad del viento plasmados en mapas.

La obtención de los valores del PM_{2.5}, se da por medio del monitoreo ambiental y por las condiciones meteorológicas, ya que influyen en la concentración del contaminante. Los datos obtenidos de los monitoreos realizados (mayo y junio) son de 30.3 µg/m³ y de 49.4 µg/m³, teniendo en cuenta que en cada mes varía la dirección del viento y la concentración. Wen et al. (2022), también menciona que las condiciones meteorológicas son parte fundamental para determinar la concentración del PM_{2.5}. Sin embargo para Liu et al. (2017) la variación espacio – temporal del PM_{2.5} en Beijing se establece de acuerdo a las estaciones del año, en donde la temporada de invierno y primavera se observan más la concentración del contaminante. Sin embargo, para Wang et al. (2019) las estaciones son importantes puesto que intervienen en la concentraciones, siendo las más altas en invierno y las más bajas en verano.

La concentración que se obtuvo para el material particulado PM₁₀ se representaron en mapas de distribución espacial aplicando el modelo de ponderación de distancia Inversa (IDW) para representar el punto de mayor concentración de contaminación. Ramírez-Cando et al. (2018) determinaron el método más adecuado para el estudio de la concentración del PM₁₀, mediante análisis geoestadísticos como Spline, Kriging e IDW haciendo uso del Software ArcGIS, pudieron determinar los puntos que presentan mayor concentración de material particulado. Se identificaron 16 puntos para el monitoreo junto con el modelo Inverse distance weighted (IDW) siendo el modelo idóneo para la evaluación de la concentración de PM₁₀.

Según el monitoreo realizado para el monóxido de carbono (CO) en la zona ladrillera se obtuvo valores promedios que al comparar con los estándares de calidad ambiental, cumple con lo establecido en la normativa. Panagi et al. (2020) mencionan que CO es fuertemente impulsado por el transporte, zona urbana e industrias, que, a través de procesos meteorológicos, los vientos transportan las masas de combustibles por todas las regiones.

VI. CONCLUSIONES

Indica que la calidad del aire en la ladrillera de San Jerónimo se encuentra entre los rangos moderado según indica el Índice de Calidad Ambiental.

Se logró identificar el comportamiento de las emisiones del PM_{2.5}, PM₁₀ y CO, por medio de la dirección del viento iniciando en la parte suroeste dirigiéndose al noroeste con una velocidad promedio de 3 m/s.

Se determinó que las emisiones de los contaminantes para el primer monitoreo (mayo) las concentraciones del PM_{2.5} fue de 30.3 ug/m³, para el PM₁₀ fue de 85.4 ug/m³ y para CO fue de 738 ug/m³. Para el segundo monitoreo (junio) se observó un aumento en las concentraciones para el PM₁₀ de 115.4 ug/m³ y para el CO fue de 5382 ug/m³.

Se represento la distribución espacial de las concentraciones mediante mapas realizados por el software ArcGIS, demostrando que en el punto E-02 tiene mayor incidencia en la concentración de los contaminantes a diferencia del E-01.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar de manera constante monitoreos ambientales del aire, para así obtener una data actualizada y conocer el grado de contaminación que proporcionan las emisiones atmosféricas de la industria ladrillera en Cusco.

Realizar monitoreos de 15 días aproximadamente, siguiendo lo establecido por el Protocolo de Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (DIGESA, 2005), para obtener una información verídica, que ayude a un desarrollo eficiente en futuros proyectos de investigación.

Coordinar con el OEFA, SENAMHI y municipalidad del Cusco, la implementación de estaciones de monitoreo de aire en puntos estratégicos de la ciudad, para conocer el grado de contaminación y la calidad del aire del Cusco.

REFERENCIAS

- ABDEL-GAWAD, Atef I., NOURELDEEN, Mahmoud, MAHMAOUD, Hamada y HAMOUDA, Asmaa S., Assessment of Emissions from Cement Plants Using AERMOD Modeling. *Applied Environmental Research*, 2022. vol. 44, no. 1, pp. 10-27. ISSN 2287075X. DOI 10.35762/AER.2021.44.1.2.
- ALDEGUNDE, José Antonio Álvarez, SÁNCHEZ, Adrián Fernández, SABA, Manuel, BOLAÑOS, Edgar Quiñones y PALENQUE, José Úbeda, Analysis of PM2.5 and Meteorological Variables Using Enhanced Geospatial Techniques in Developing Countries: A Case Study of Cartagena de Indias City (Colombia). *Atmosphere*, 2022. vol. 13, no. 4. ISSN 20734433. DOI 10.3390/atmos13040506.
- ÁLVAREZ RISCO, Aldo, La Motivación Docente Y Su Repercusión En La Calidad Educativa: Estudio De Caso. *Revista de pedagogía* [en línea], 2018. vol. 39, no. 105, pp. 12. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/322967825.pdf>.
- ARIAS-GÓMEZ, Jesús, VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel y MIRANDA-NOVALES, María Guadalupe, The research protocol III. Study population. *Revista Alergia Mexico*, 2016. vol. 63, no. 2, pp. 201-206. ISSN 00025151. DOI 10.29262/ram.v63i2.181.
- CAMPOS Y COVARRUBIAS, Guillermo y LULE MARTÍ-NEZ, Nallely Emma, La Observación, Un Método Para El Estudio De La Realidad. *Xihmai*, 2013. vol. 7, no. 13, pp. 45-60. DOI 10.37646/xihmai.v7i13.202.
- CANALES-RODRÍGUEZ, Miguel A., QUINTERO-NÚÑEZ, Margarito, CASTRO-ROMERO, Telma G. y GARCÍA-CUENTO, Rafael O., Las partículas respirables PM10 y su composición química en la zona Urbana y rural de Mexicali, Baja California en México. *Informacion Tecnologica*, 2014. vol. 25, no. 6, pp. 13-22. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642014000600003.
- CÁRDENAS, Joel Daniel, Viento Y Ventilación Natural En La Arquitectura. *Ambientalmente* [en línea], 2015. vol. 10, no. 2, pp. 9-55. Disponible en: <https://www.unipiloto.edu.co/descargas/Ambientalmente2.pdf>.
- CORDOVA, Chardin Hoyos, PORTOCARRERO, Manuel Niño Lopez, SALAS, Rodrigo, TORRES, Romina, RODRIGUES, Paulo Canas y LÓPEZ-GONZALES, Javier Linkolk, Air quality assessment and pollution forecasting

- using artificial neural networks in Metropolitan Lima-Peru. *Scientific Reports* [en línea], 2021. vol. 11, no. 1, pp. 1-19. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-021-03650-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03650-9>.
- DIGESA, Protocolo De Calidad De Aire Y Gestión De Datos Digesa. , 2005.
- EELA, Manual de Capacitación sector ladrillero. , 2016. no. Primera Edición, pp. 56.
- HALEK, F. y KAVOUSI-RAHIM, A., GIS assessment of the PM10, PM2.5 and PM1.0 concentrations in urban area of Tehran in warm and cold seasons. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 2014. vol. 40, no. 2W3, pp. 141-149. ISSN 16821750. DOI 10.5194/isprsarchives-XL-2-W3-141-2014.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., et al., Selección de la muestra. *Metodología de la investigación*, 2014. vol. 6ta edició, pp. 170-196.
- HERNÁNDEZ, D., RIVEROS, S. y LEAL, O., Modelo de Simulación de los Efectos en Salud Producidos por la Contaminación Atmosférica en la Región Metropolitana. *Revista Matices Tecnológicos.*, 2018. vol. Edición 10, pp. 6-12.
- HERNÁNDEZ, Hector Andres y PASCUAL BARRERA, Alina Eugenia, Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2018. vol. 9, no. 1, pp. 157-164. ISSN 2145-6097. DOI 10.22490/21456453.2186.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar, Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. *Metodología de la Investigación* [en línea], 2014. pp. 2-23. Disponible en: <https://bit.ly/3hKSrgf>.
- ING, Mgt, ELIZABETH, Ana y ABARCA, Aguirre, Importancia Del Control De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero En El Sector De Las Ladrilleras De San Jerónimo – Cusco. , 2018. pp. 41-47.
- JUMAAH, Huda Jamal, AMEEN, Mohammed Hashim, KALANTAR, Bahareh, RIZEEI, Hossein Mojaddadi y JUMAAH, Sarah Jamal, Air quality index prediction using IDW geostatistical technique and OLS-based GIS technique in Kuala Lumpur, Malaysia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* [en línea], 2019. vol. 10, no. 1, pp. 2185-2199. ISSN 19475713. DOI 10.1080/19475705.2019.1683084. Disponible en:

- <https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1683084>.
- KUMAR, Amrit, MISHRA, Rajeev Kumar y SINGH, S.K., GIS Application in Urban Traffic Air Pollution Exposure Study: A Research Review. *Suan Sunandha Science and Technology Journal*, 2015. vol. 2, no. 1 January, pp. 25-37.
- LIU, Zhao, XIE, Meihui, TIAN, Kun y GAO, Peichao, GIS-based analysis of population exposure to PM2.5 air pollution—A case study of Beijing. *Journal of Environmental Sciences (China)* [en línea], 2017. vol. 59, pp. 48-53. ISSN 18787320. DOI 10.1016/j.jes.2017.02.013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2017.02.013>.
- MADONSELA, Benett Siyabonga, MAPHANGA, Thabang, CHIDI, Boredi Silas, SHALE, Karabo y ZUNGU, Vincent, Assessment of air pollution in the informal settlements of the Western Cape, South Africa. *Journal of Air Pollution and Health*, 2022. vol. 7, no. 1, pp. 1-14. ISSN 24763071. DOI 10.18502/japh.v7i1.8916.
- MINAM, Índice de Calidad del Aire -INCA. *Minam* [en línea], 2016. pp. 1-6. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-Nº-181-2016-MINAM.pdf>.
- MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. , 2017. pp. 6-9.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS), *Inventarios de emisiones atmosféricas* [en línea]. S.l.: s.n. 2017. ISBN 9789588901640. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-aire/emisiones-contaminantes>.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, Guía De Buenas Prácticas Para Ladrilleras Artesanales. *Guía De Buenas Prácticas Para Ladrilleras Artesanales*, 2010. pp. 1 of 67.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE MINAM, Gestion de Calidad del Aire. [en línea], 2017. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/zonas-de-atencion-prioritaria/>.
- NASIM, Sanval y SHARIF, Faiza, To adopt, or not to adopt, 'why' is the question: A case for clean kiln technologies in developing countries. *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2020. vol. 257, pp. 120553. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120553. Disponible en:

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120553>.
- NIELSEN, Peter, WHO global air quality guidelines. *Coastal And Estuarine Processes*, 2009. pp. 1-360.
- OEFA, Instrumentos basicos para la fiscalizacion ambiental. *Organismo de Evaluación Fiscalización Ambiental* [en línea], 2015. pp. 29. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.
- OEFA, EVALUACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE LA ZONA DE LADRILLERAS DE SAN JERÓNIMO UBICADO EN EL DISTRITO SAN JERÓNIMO, PROYINCIA Y DEPARTAMENTO CUSCO -2018. , 2019.
- OMS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2016. La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud. *Ginebra* [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>.
- OMS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2018. Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado. *Respira la vida* [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.
- OROZCO, Jonathan y BAYAS, Karla, Evaluación de la concentración y distribución espacial de material particulado en los campus de la UNACH - Riobamba. *NovasinerGía Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 2021. vol. 4, no. 2, pp. 111-126. DOI 10.37135/ns.01.08.07.
- PALATE, Luis Anibal, Contaminación Atmosfèrica. [en línea], 2017. pp. 40. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com>.
- PANAGI, Marios, FLEMING, Zoe L., MONKS, Paul S., ASHFOLD, Matthew J., WILD, Oliver, HOLLAWAY, Michael, ZHANG, Qiang, SQUIRES, Freya A. y VANDE HEY, Joshua D., Investigating the regional contributions to air pollution in Beijing: A dispersion modelling study using CO as a tracer. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2020. vol. 20, no. 5, pp. 2825-2838. ISSN 16807324. DOI 10.5194/acp-20-2825-2020.
- PERVAIZ, Shazia, AKRAM, Muhammad Ameer Nawaz, KHAN, Filza Zafar, JAVID, Kanwal y ZAHID, Younis, Brick sector and air quality: An integrated assessment

- towards 2020 challenge of environment development. *Environment and Natural Resources Journal*, 2021. vol. 19, no. 2, pp. 153-164. ISSN 24082384. DOI 10.32526/enrj/19/2020203.
- RAMÍREZ-CANDO, Lenin Javier, ARMIJOS, Miguel, CRESPO, Michelle, PINO-CASIGNIA, Sandra Paulina y ÁLVAREZ-MENDOZA, César Iván, Modelamiento geoestadístico de mediciones de concentración de material particulado (PM10) para la validación de un método simplificado. *Anales Científicos*, 2018. vol. 79, no. 1, pp. 81. ISSN 0255-0407. DOI 10.21704/ac.v79i1.1143.
- RODRÍGUEZ, Milena y MENDIVELSO, Fredy, Diseño de investigación de Corte Transversal. *Revista Médica Sanitas*, 2018. vol. 21, no. 3, pp. 141-146. ISSN 01234250. DOI 10.26852/01234250.20.
- SHAIKH, Modernizing Artisanal Brick Kilns. *Environmental Health Perspectives*, 2013. pp. 242-249.
- SHEN, Lijuan, ZHAO, Tianliang, WANG, Honglei, LIU, Jane, BAI, Yongqing, KONG, Shaofei, ZHENG, Huang, ZHU, Yan y SHU, Zhuozhi, Importance of meteorology in air pollution events during the city lockdown for COVID-19 in Hubei Province, Central China. *Science of the Total Environment* [en línea], 2021. vol. 754, pp. 142227. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.142227. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142227>.
- WANG, Lili, XIONG, Qiulin, WU, Gaofeng, GAUTAM, Atul, JIANG, Jianfang, LIU, Shuang, ZHAO, Wenji y GUAN, Hongliang, Spatio-temporal variation characteristics of PM2.5 in the Beijing–Tianjin–Hebei Region, China, from 2013 to 2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019. vol. 16, no. 21. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph16214276.
- WEN, Luyao, YANG, Chun, LIAO, Xiaoliang, ZHANG, Yanhao, CHAI, Xuyang, GAO, Wenjun, GUO, Shulin, BI, Yinglei, TSANG, Suk Ying, CHEN, Zhi Feng, QI, Zenghua y CAI, Zongwei, Investigation of PM2.5 pollution during COVID-19 pandemic in Guangzhou, China. *Journal of Environmental Sciences (China)* [en línea], 2022. vol. 115, pp. 443-452. ISSN 18787320. DOI 10.1016/j.jes.2021.07.009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.07.009>.

ZHOU, Xiaoteng, STREZOV, Vladimir, JIANG, Yijiao, KAN, Tao y EVANS, Tim, Temporal and spatial variations of air pollution across China from 2015 to 2018. *Journal of Environmental Sciences (China)* [en línea], 2022. vol. 112, pp. 161-169. ISSN 18787320. DOI 10.1016/j.jes.2021.04.025. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.04.025>.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Emisiones Atmosféricas	Son las descargas a la atmósfera continua o discontinua de materias, sustancias o formas de energía procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica.	La variable de las emisiones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ se midió mediante sus dimensiones mencionadas.	Comportamiento de las emisiones del CO, PM _{2.5} y PM ₁₀	Velocidad del viento	Barlovento Sotavento
				Dirección del viento	
			Concentraciones de las emisiones	Monóxido de carbono CO	ug/m ³
				Material particulado PM _{2.5}	ug/m ³
			Material particulado PM ₁₀	ug/m ³	
DEPENDIENTE Calidad del Aire	Según indica el MINAM (2017), la calidad del aire se basa en los cumplimientos de los Estándares de Calidad Ambiental del Aire (ECA aire).	En función a las concentraciones obtenidas se desarrolló la distribución espacial de la calidad del aire.	Distribución espacial de las concentraciones	Mapa de velocidad y dirección del viento	Razón
				Mapa de la concentración del CO	
				Mapa de la concentración del PM _{2.5}	
				Mapa de la concentración del PM ₁₀	

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIONES DE CO, PM2.5, PM10 GENERADO POR LA INDUSTRIA LADRILLERA EN CUSCO						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General: ¿Cómo evaluar la calidad de aire por emisiones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco?	Objetivo General: Evaluar la calidad del aire por emisiones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco.	Hipótesis General: La calidad del aire se podrá evaluar debido a las emisiones del CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco.	Emisiones atmosféricas	Comportamiento de las emisiones del CO, PM _{2.5} y PM ₁₀	Velocidad del viento	Tipo de Investigación: aplicada Diseño: no experimental, descriptiva - transversal Enfoque: cuantitativo Nivel de Investigación: descriptiva Población: ladrilleras de San Jerónimo, Cusco
					Dirección del viento	
	Monóxido de carbono CO					
	Material particulado PM _{2.5}					
Problemas Específicos: ¿Cómo identificar el comportamiento de las emisiones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco?	Objetivos Específicos: Identificar el comportamiento de las emisiones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco.	Hipótesis Específicos: Las emisiones generadas por la industria ladrillera permite identificar el comportamiento del CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ en Cusco.		Concentraciones de las emisiones	Material particulado PM ₁₀	
¿Cuáles son las concentraciones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco?	Analizar las concentraciones de CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ generado por la industria ladrillera en Cusco.	Las emisiones generadas por la industria ladrillera permite analizar el comportamiento del CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ en Cusco.			Mapa de velocidad y dirección del viento	Muestra: 2 sectores de ladrilleras
¿Cuál es la distribución espacial de las concentraciones en la calidad del aire en Cusco?	Realizar la distribución espacial de las concentraciones de la calidad del aire en Cusco.	Las concentraciones de las emisiones permiten generar la distribución espacial de la calidad del aire.	Calidad de Aire	Distribución espacial de las concentraciones	Mapa de la concentración del CO	Técnica: Observación Instrumentos: Hojas de Registro
					Mapa de la concentración del PM _{2.5}	
					Mapa de la concentración del PM ₁₀	

ANEXO 3: Instrumentos de Recolección de Datos

FICHA N°1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Fichas utilizadas para la validación de los instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

FICHA 1 DATOS DEL LUGAR DE ESTUDIO					
LUGAR		DISTRIT O		DEPARTAMENT O	
PROVINCIA		FECHA			

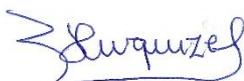
COORDENADAS UTM		FOTO REFERENCIAL
N	S	



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

Ficha N°2 Identificación de Fuentes Fijas

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

FICHA N°2 IDENTIFICACION DE FUENTES FIJAS				
FUENTE	UBICACIÓN UTM		RUBRO	OBSERVACIONES
	LATITUD	LONGITUD		



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CI P: 162994

Ficha N°3 Calidad de Aire-Hoja de datos-15 días-CO

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

FICHA N°3 CALIDAD DE AIRE- HOJA DE DATOS-15 DIAS- CO						
Responsable						
N° Semana		Mes		Operador		Nombre/Numero de estación
Método de Muestreo y Análisis				Ubicación		
Equipo de Muestreo						
Ultima calibración del equipo						



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

Ficha N° 4 Calidad de Aire-Hoja de datos-15 días – PM2.5

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

FICHA N°4 CALIDAD DE AIRE- HOJA DE DATOS-15 DIAS- PM2.5						
Responsable						
N° Semana		Mes		Operador		Nombre/Numero de estación
Método de Muestreo y Análisis				Ubicación		
Equipo de Muestreo						
Ultima calibración del equipo						



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

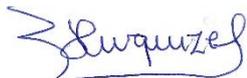
Horas	Dias															Prom	V.max	Vmin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
Prom																		
V.max																		
V.min																		



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CI P: 162994

Ficha N° 5 Calidad de Aire-Hoja de datos-15 días-PM10

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

FICHA N°5 CALIDAD DE AIRE- HOJA DE DATOS-15 DIAS- PM 10							
Responsable							
N° Semana		Mes		Operador		Nombre/Numero de estación	
Método de Muestreo y Análisis				Ubicación			
Equipo de Muestreo							
Ultima calibración del equipo							



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

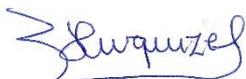
Horas	Días															Prom	V.max	Vmin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
Prom																		
V.max																		
V.min																		



MSc. GUERE SALAZAR,
 FIORELLA VANESSA
 CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
 DNI 08947396
 CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
 QUISPE
 CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI:70837735
 CI P: 162994

Ficha N° 6 Calidad de Aire- Hoja de datos- 15 días- Dirección del viento

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

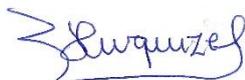
FICHA N°6 CALIDAD DE AIRE- HOJA DE DATOS-15 DIAS- Dirección de viento							
Responsable							
N° Semana		Mes		Operador		Nombre/Numero de estación	
Método de Muestreo y Análisis				Ubicación			
Equipo de Muestreo							
Ultima calibración del equipo							



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623

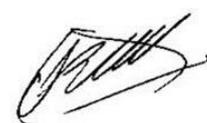


LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

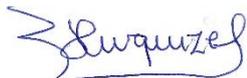
Horas	Días del mes															Predominancia %	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
Predominancia %																	



MSc. GUERE SALAZAR,
 FIORELLA VANESSA
 CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
 DNI 08947396
 CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
 QUISPE
 CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI:70837735
 CI P: 162994

Ficha N°7 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN
ArcGIS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Evaluación de la Calidad del Aire por emisiones de CO, PM2.5, PM10 mediante GIS generado por la industria ladrillera en Cusco
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Dalens Rojas, Zulema Esther Macedo Gallegos, Tabatha
ASESOR	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny

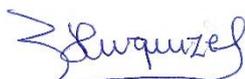
Ficha N°7 DATOS DE LAS IMÁGENES ArcGIS	
Fuente de adquisición	Software ArcGIS
Fecha de toma de las imágenes	2022
Datum	WGS84
Zona UTM	19 S



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344



ING. RITA CABELLO TORRES
DNI 08947396
CIP: 145791



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZO
QUISPE
CIP:140623



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIP: 162994

ANEXO 4: Validación de Instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Cabello Torres, Rita Jaqueline
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos
- 1.5. Autores de Instrumento: Dalens Rojas Zulema Esther, Macedo Gallegos Tabatha

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

90
90

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 25 de mayo del 2022

RITA CABELLO TORRES DNI 08947396

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: M.Sc. Güere Salazar Fiorella Vanessa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos
- 1.5. Autores de Instrumento: Dalens Rojas Zulema Esther, Macedo Gallegos Tabatha

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 25 de mayo del 2022



MSc. GUERE SALAZAR,
FIORELLA VANESSA
CIP N°131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Castro Tena Lucero Katherine
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos
- 1.5. Autores de Instrumento: Dalens Rojas Zulema Esther, Macedo Gallegos Tabatha

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 25 de mayo del 2022


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CI P: 182994

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Haydee Alicia Urquiza Quispe
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe del Dpto. de Gestión de Residuos Sólidos y Líquidos
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Seguridad Industrial y Medio ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos
- 1.5. Autores de Instrumento: Dalens Rojas Zulema Esther, Macedo Gallegos Tabatha

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 26 de noviembre del 2021



ING. HAYDEE ALICIA URQUIZA
QUISPE
CIP: N°140623

Anexo 5

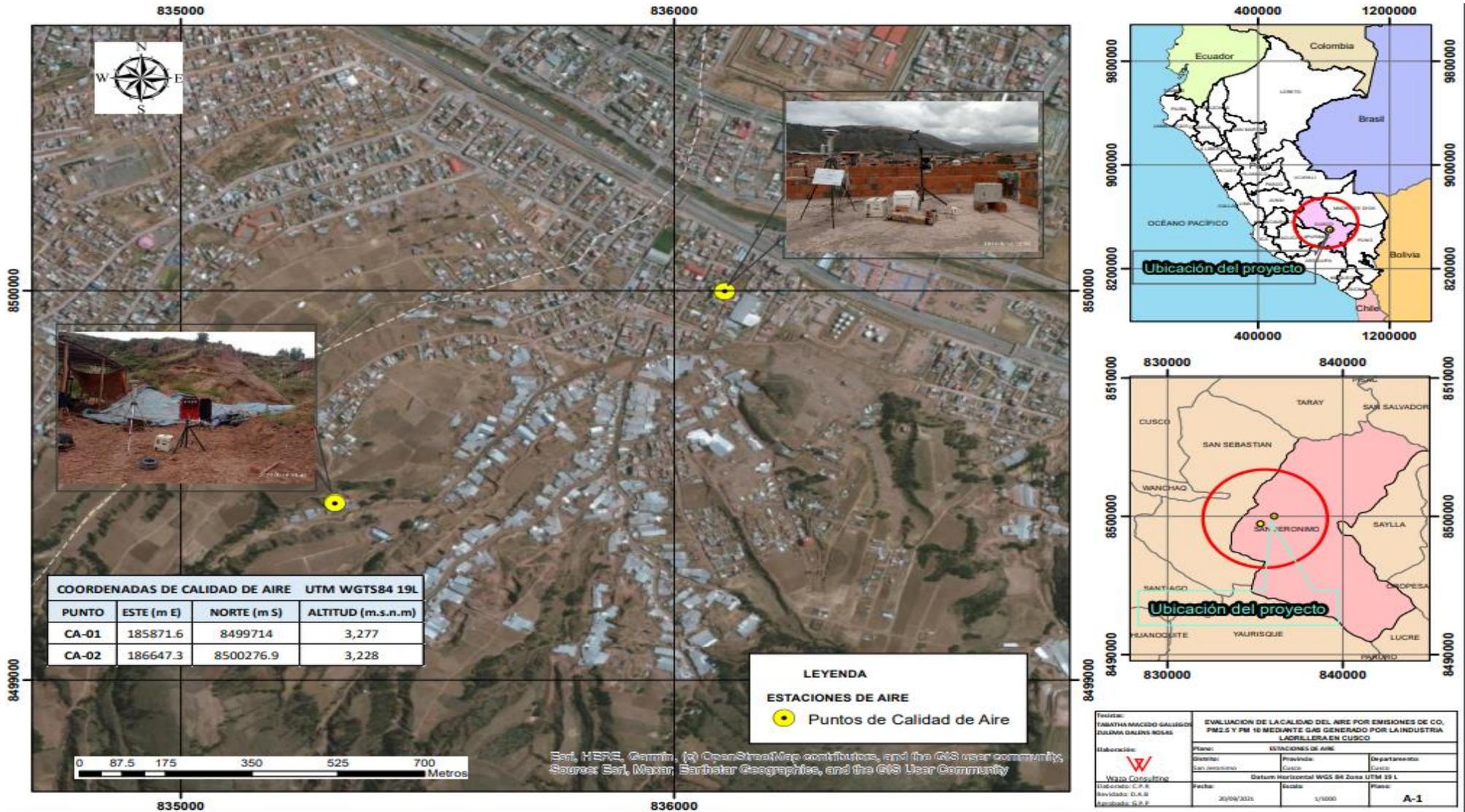
Reporte meteorológico del primero monitoreo

Fecha	Hora	Temperatura °C	Humedad %	Velocidad del viento m/s	Dirección del viento	Presión Bar
10/05/2022	12:00 p. m.	19.4	35	1.3	NW	795
10/05/2022	1:00 p. m.	21.7	33	1.3	NE	794.2
10/05/2022	2:00 p. m.	23.4	33	1.3	NNW	793.9
10/05/2022	3:00 p. m.	22.8	44	1.3	NW	793.6
10/05/2022	4:00 p. m.	20.9	49	1.3	NNW	793.7
10/05/2022	5:00 p. m.	18.8	62	0.4	WSW	794.3
10/05/2022	6:00 p. m.	16.9	66	0	WSW	795.2
10/05/2022	7:00 p. m.	15.5	69	0	SSE	795.6
10/05/2022	8:00 p. m.	14.6	68	0.4	ESE	796
10/05/2022	9:00 p. m.	13.7	70	0.4	ESE	796.1
10/05/2022	10:00 p. m.	13.1	72	0.4	SE	796.2
10/05/2022	11:00 p. m.	12.3	74	0	N	796.3
11/05/2022	12:00 a. m.	11.7	76	0.4	SE	796.4
11/05/2022	1:00 a. m.	11.4	75	0.4	ESE	796.4
11/05/2022	2:00 a. m.	11	75	0.9	ENE	796.2
11/05/2022	3:00 a. m.	10.7	75	0.9	ESE	795.8
11/05/2022	4:00 a. m.	10.5	75	0.4	SE	795.6
11/05/2022	5:00 a. m.	10.3	76	0.4	ESE	795.8
11/05/2022	6:00 a. m.	10	74	0.4	E	796.2
11/05/2022	7:00 a. m.	9.9	77	0.4	SE	796.7
11/05/2022	8:00 a. m.	9.9	75	0.4	E	797.1
11/05/2022	9:00 a. m.	10.2	69	0.4	NNE	796.5
11/05/2022	10:00 a. m.	11.6	53	0.4	ESE	796
11/05/2022	11:00 a. m.	17	41	1.3	NNE	795.3
MINIMO		9.9	33	0		793.6
MAXIMO		23.4	77	1.3		797.1
PROMEDIO		14.5	63.2	0.6		795.6

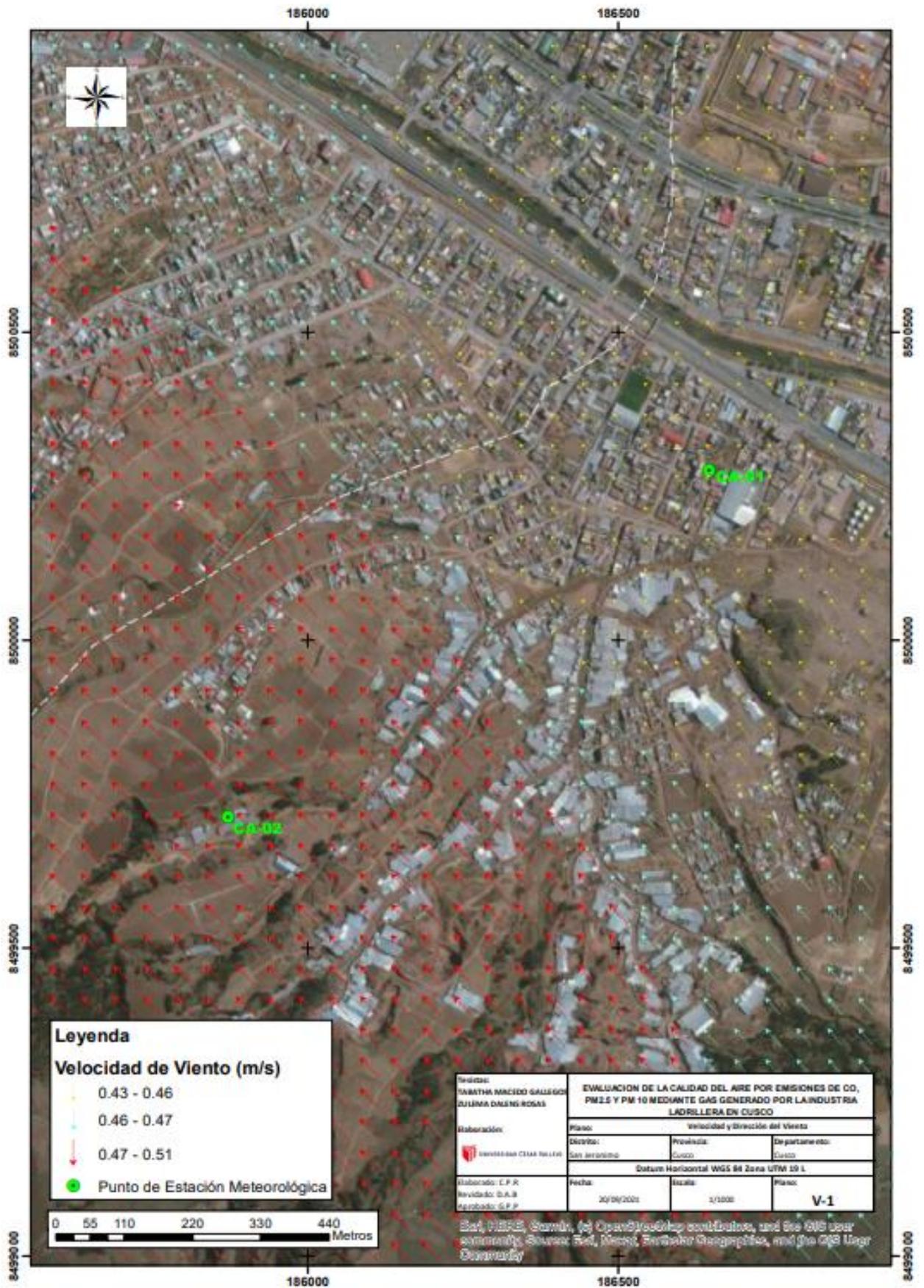
Reporte meteorológico del segundo monitoreo

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección de viento	Presión atmosférica (mmhg)
20/06/2022	12:30 p.m.	15.7	46	2.6	N	678.6
20/06/2022	13:30 p.m.	17.1	40	1.9	WSW	677.6
20/06/2022	14:30 p.m.	18.9	33	2.8	WSW	677.3
20/06/2022	15:30 p.m.	19.4	32	3.2	SSW	675.6
20/06/2022	16:30 p.m.	18.9	32	3.7	NW	675.2
20/05/2022	17:30 p.m.	18	33	5.3	NW	678.3
20/06/2022	18:30 p.m.	16.2	40	2.2	NNW	678.3
20/06/2022	19:30 p.m.	14.1	46	1.3	NNW	678.3
20/06/2022	20:30 p.m.	12.4	54	0.7	NNW	678.3
20/06/2022	21:30 p.m.	9.9	62	0.9	NNW	678.3
20/06/2022	22:30 p.m.	8.2	68	0.1	NNW	678.3
20/06/2022	23:30 p.m.	6.8	76	0.2	NNW	678.3
21/06/2022	00:30 a.m.	6.2	77	0.7	NNW	678.3
21/06/2022	01:30 a.m.	5.2	83	0	NNW	678.3
21/06/2022	02:30 a.m.	4.2	95	0	NNW	678.3
21/06/2022	03:30 a.m.	3.7	100	0.3	NNW	678.3
21/06/2022	04:30 a.m.	3	100	0	N	678.3
21/06/2022	05:30 a.m.	3.5	97	0	NNW	678.3
21/06/2022	06:30 a.m.	2.9	98	0	SE	678.3
21/06/2022	07:30 a.m.	2.6	100	0	SE	678.3
21/06/2022	08:30 a.m.	4.1	94	0	NW	678.3
21/06/2022	09:30 a.m.	9.8	62	0.1	NNW	678.3
21/06/2022	10:30 a.m.	13.7	47	1.2	NNW	678.3
21/06/2022	11:30 a.m.	16.6	46	3	NNW	678.3
MINIMO		2.6	32	0		675.2
MAXIMO		19.4	100	5.3		678.6
PROMEDIO		10.5	65.0	1.3		678

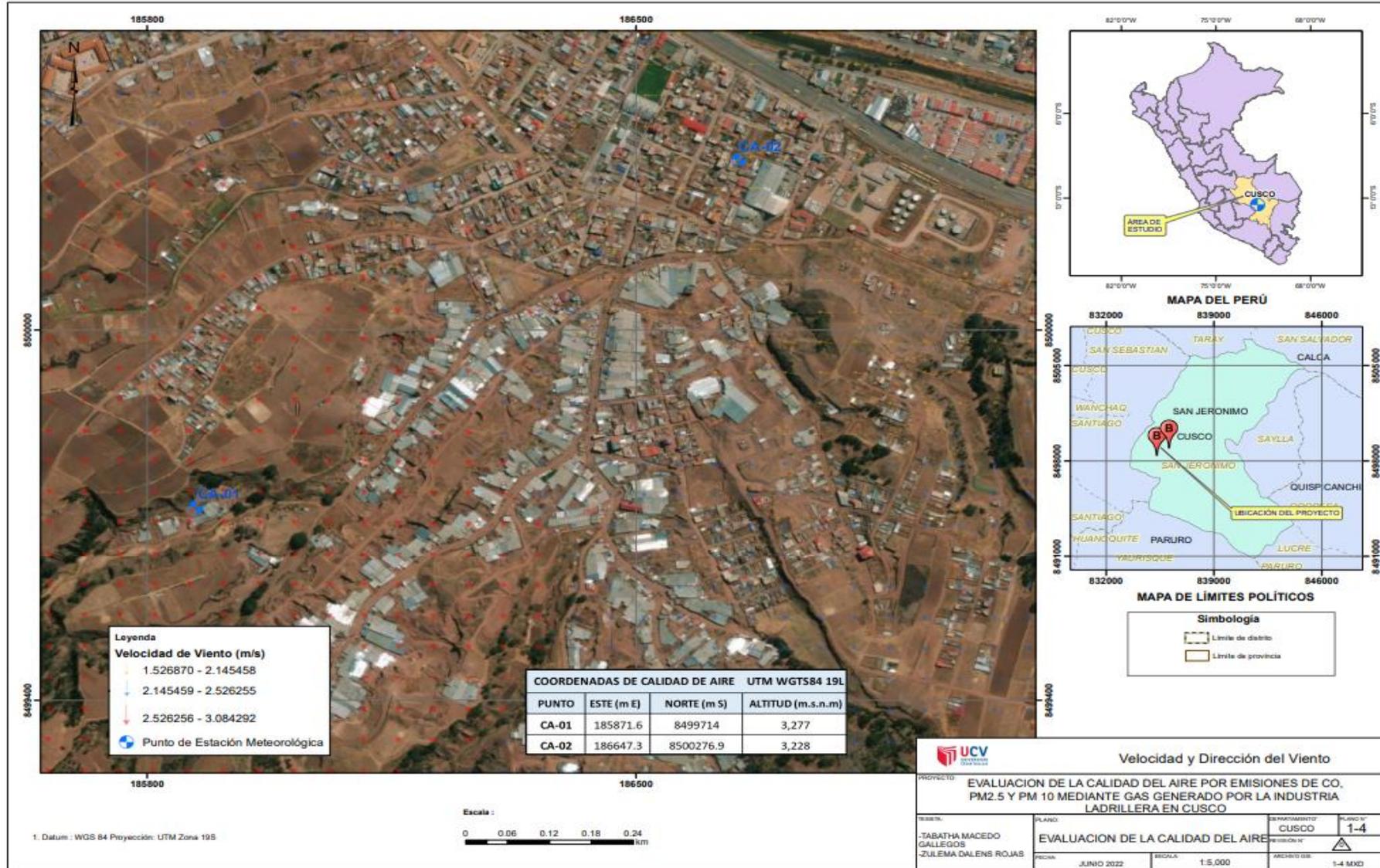
ANEXO 6: Ubicación de los puntos de Monitoreo



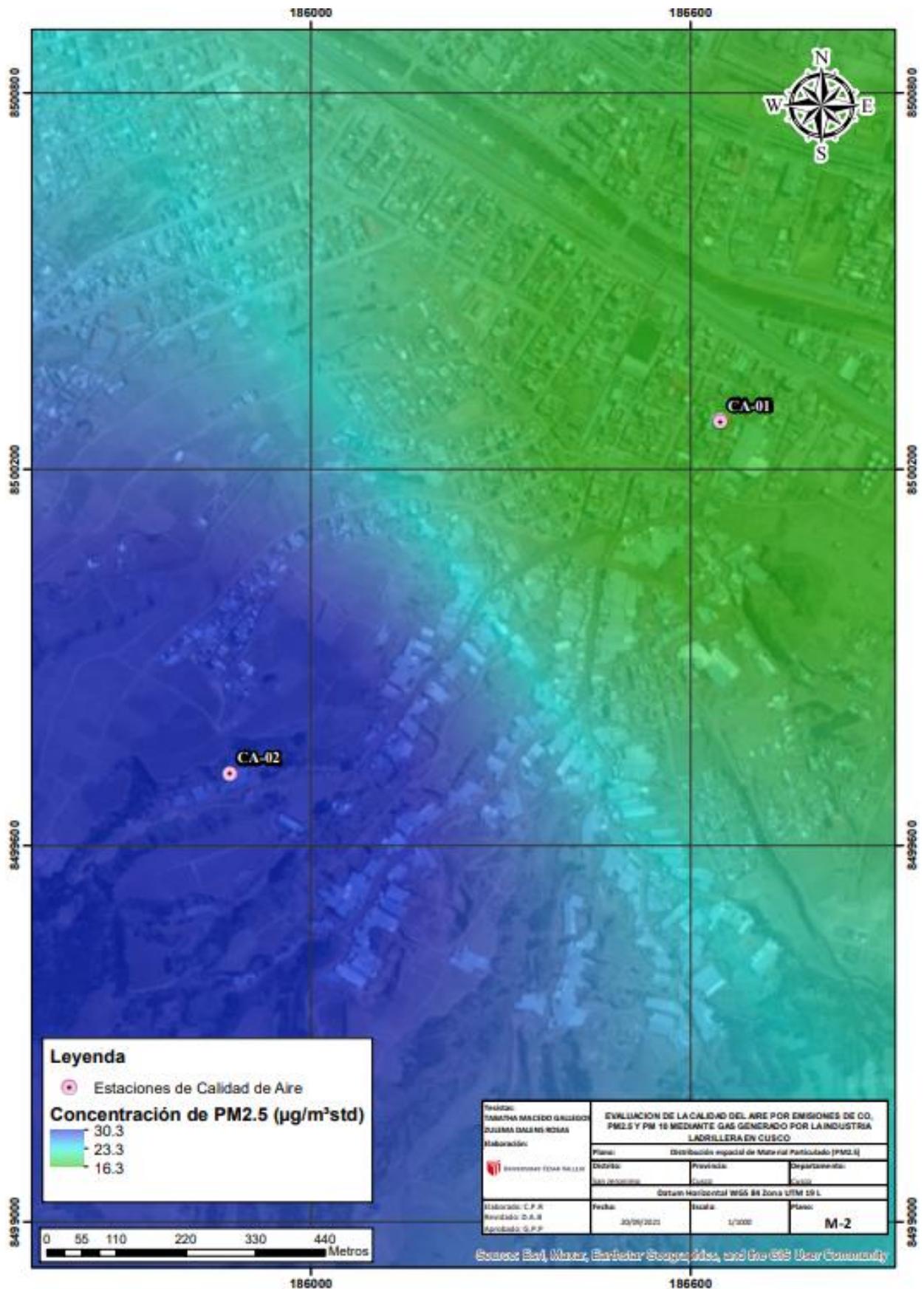
ANEXO 7: Dirección del viento del primer monitoreo



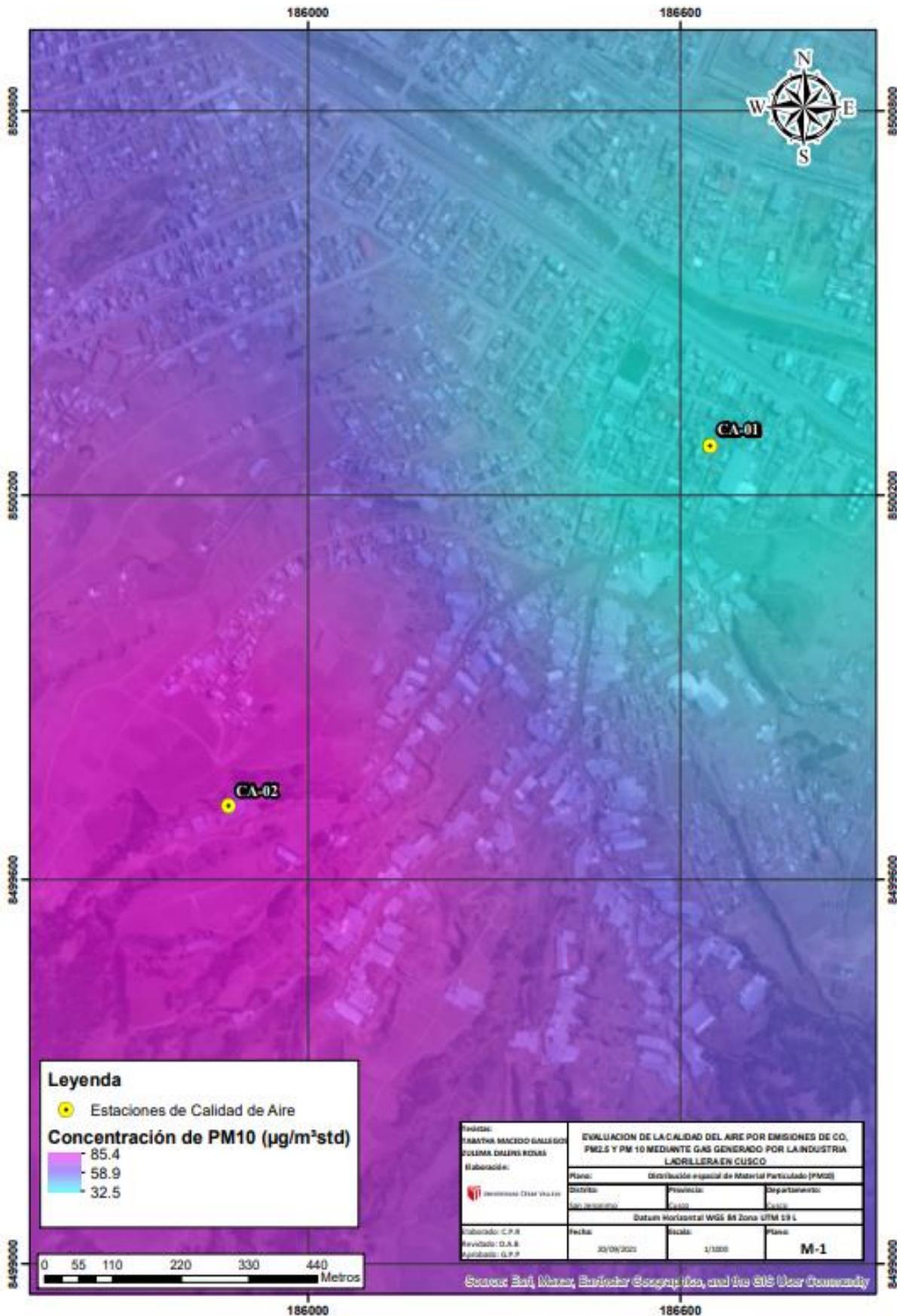
ANEXO 8: dirección de viento del segundo monitoreo



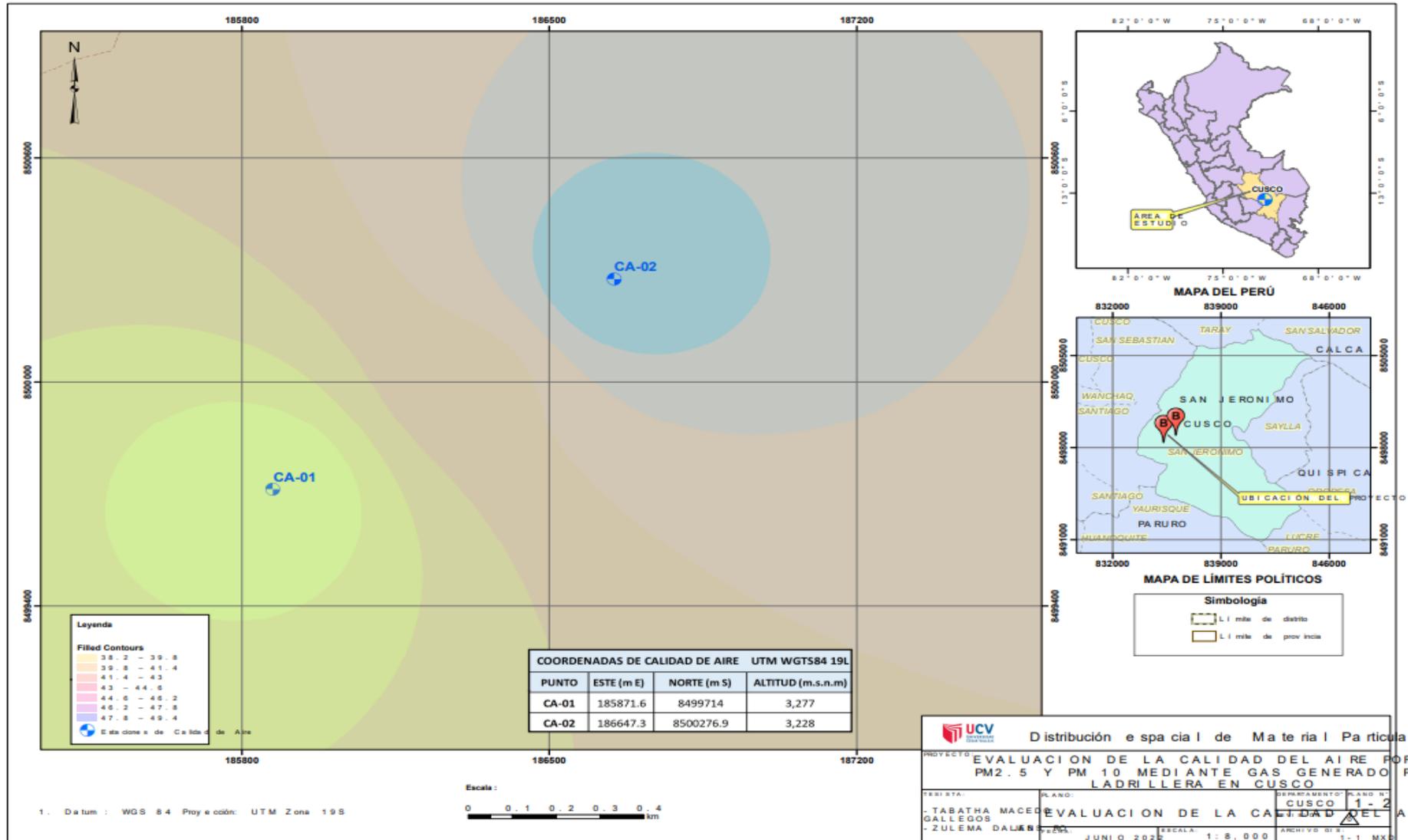
ANEXO 9: Punto de monitoreo CA-01 y CA-02 del PM_{2.5}



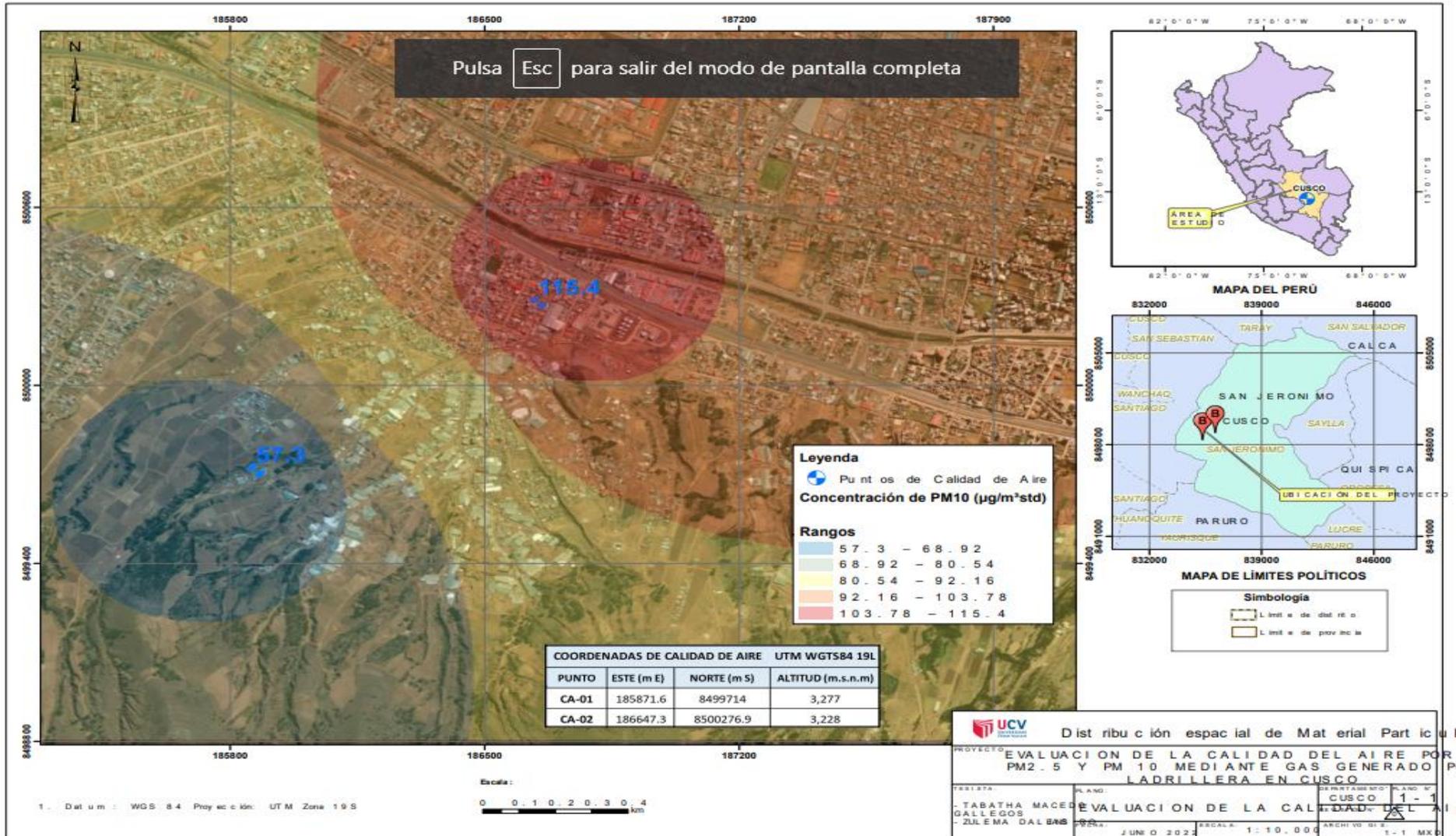
ANEXO 10: Punto de monitoreo CA-01 y CA-02 del PM₁₀



ANEXO 11: Punto de Monitoreo E-01 y E-02 del PM_{2.5}



ANEXO 12: Punto de monitoreo E-01 y E-02 del PM₁₀



ANEXO 14: Certificado de Acreditación de Laboratorio



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

JIREHLAB SAC

UCV 100 LOTE 23, ZONA F HUAYCAN – ATE VITARTE
LIMA 15483, REPUBLIC OF PERU

Testing Laboratory TL-1022

has met the requirements of AC89, *IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories*, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date November 3, 2021



IAS is an ILAC MRA Signatory

Visit www.iasonline.org for current accreditation information.



President

ANEXO 15: Certificado de INACAL

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Avenida La Marina N° 365. Urbanización Benjamín Doig Lossi et. Uno distrito de La Perla, provincia Constitucional del Callao, departamento Lima.

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 13 de diciembre de 2018

Fecha de Vencimiento: 12 de diciembre de 2021



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 25 de abril de 2019

Contrato N° 046-2018/INACAL-DA/ Adenda de fecha 24 de abril de 2019, por cambio de razón social a solicitud del organismo
Registro N° 1.LC - 029

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de notificación, desde que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, modificaciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe consultarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion o por escrito al documento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Acreditación (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-CIP-02M Ver 02

ANEXO 16: Certificado de Calibración de Equipos – PM2.5



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN NTP-ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LCA-0086-2021

Expediente : 00312

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2021-06-23

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Dirección : AV. GUARDIA CHALACA 1577 - BELLAVISTA
CALLAO

2. Instrumento calibrado : Muestreador de partículas - Low vol

Marca : TCR TECORA

Modelo : BRAVO PLUS

N° de serie : 525-1035

Código : EQ-LV-TC-BRAVO PLUS 22/05

Alcance : 10 L/min a 20 L/min

Resolución : 0.01 L/min

Procedencia : EE.UU

3. Lugar de calibración : Laboratorio de Caudal de ALAB

4. Fecha de calibración : 2021-06-22

5. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-2 Procedimiento de Calibración de Muestreadores de partículas. Rev. 00: 2020 ALAB

6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-001	PATRÓN PRIMARIO DE FLUJO	M-CCP-0220-003-20

Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

Certificado de calibración N° LCA-0086-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental :	22.6 °C	22.7 °C
Humedad relativa :	56.0 % H.R.	57.0 % H.R.
Presión atmosférica :	1011.0 mbar	1011.0 mbar

8. Resultados de la Calibración

Caudal Indicado	Caudal de Referencia	Error	Incertidumbre
L/min	L/min	L/min	L/min
16.21	16.414	-0.204	0.27
16.71	16.795	-0.085	0.27
17.02	17.155	-0.165	0.27

El caudal convencionalmente verdadero (CCV) resulta de la relación:

$$CCV = \text{Indicación del Instrumento} + \text{corrección}$$

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La Incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la Incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración de Equipos – PM10



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN NTP-ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LCA-0015-2021

Expediente : 00035

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2021-07-15

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

Dirección : AV. GUARDIA CHALACA 1577 - BELLAVISTA -
CALLAO

2. Instrumento calibrado : Muestreador de partículas - Low vol

Marca : TCR TECORA

Modelo : BRAVO PLUS

N° de serie : 231-945

Código : EQ-LV-TC-BRAVO PLUS 22/02

Alcance : 10 L/min a 20 L/min

Resolución : 0,01 L/min

Procedencia : EE.UU

3. Lugar de calibración : Laboratorio de Caudal de ALAB

4. Fecha de calibración : 2021-07-15

5. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-2 Procedimiento de Calibración de Muestreadores de partículas. Rev. 00: 2020 ALAB

6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-001	PATRÓN PRIMARIO DE FLUJO	M-CCP-0220-003-20

Oscar F. Vivanco Valerio

Jefe de Laboratorio de Metrología

Certificado de calibración N° LCA-0015-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental :	24,5 °C	24,5 °C
Humedad relativa :	67,0 % H.R.	67,0 % H.R.
Presión atmosférica :	1011,0 mbar	1011,0 mbar

8. Resultados de la Calibración

Caudal Indicado	Caudal de Referencia	Error	Incertidumbre
L/min	L/min	L/min	L/min
16,31	16,425	-0,115	0,27
16,65	16,764	-0,054	0,27
16,95	17,094	-0,144	0,27

El caudal convencionalmente verdadero (CCV) resulta de la relación:

$$CCV = \text{Indicación del Instrumento} + \text{corrección}$$

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración de Estación Meteorológica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0882-001-21

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ECCODEN S.A.C.					
DIRECCIÓN:	CAL. GUILLERMO FAURE NRO. 135 URB. SAN BORJA (CUADRA 31 AV. AVIACIÓN-6 AV. SAN BORJA SUR) LIMA-LIMA-SAN BORJA					
TELÉFONO:	01 3144758					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	GLORIA FAUSTINO PRUDENCIO					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	UNIDAD DE MEDIDA (TEMPERATURA):	°C			
MARCA:	DAVIS	RESOLUCIÓN (TEMPERATURA):	0.1 °C			
MODELO:	VANTAGE PRO 2	INTERVALO DE MEDIDA (TEMPERATURA) ⁽²⁾ :	(-40 a 65) °C			
SERIE:	AP150709017	UNIDAD DE MEDIDA (HUMEDAD):	%HR			
CÓDIGO:	NO ESPECÍFICA	RESOLUCIÓN (HUMEDAD):	1 %HR			
UBICACIÓN:	NO ESPECÍFICA	INTERVALO DE MEDIDA (HUMEDAD) ⁽²⁾ :	(0 a 100) %HR			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PT.773	TERMÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6412	181226173	2021-12-02	CC-4642-008-20
EL.PC.033	TERMIGRÓMETRO PATRÓN	VAISALA	M70 // HMP76B	M1530040 // M21300075	2022-05-26	2020009061
EL.PT.686	CÁMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	17075513	2021-11-23	CC-3963-036/037-20
EL.PT.365	TERMIGRÓMETRO	CENTER	342	190801498	2022-04-01	CC-1497-001-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMIGRÓMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE ESTABILIDAD					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM TH-007-2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	19.9 °C	±0.3 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	47.3 %HR	±0.1 %HR				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN TEMPERATURA						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura	
°C	°C	°C	°C	°C	(K)	
15	14.8	14.968	-0.168	0.90	2.00	
20	19.9	20.016	-0.116	0.90	2.00	
35	34.7	35.027	-0.327	0.46	2.00	
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN HUMEDAD RELATIVA						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura	
%HR	%HR	%HR	%HR	%HR	(K)	
35	41	35.04	5.96	1.8	2.00	
60	65	60.10	4.90	1.8	2.00	
90	86	90.09	-4.09	1.8	2.00	
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95.45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración. NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la resolución del patrón empleado. ⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Mario Tizares					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-09-07	FECHA DE EMISIÓN: 2021-09-10				
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-09-07					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General



Firma electrónica



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: ECCODEN S.A.C.
 DIRECCIÓN: CAL. GUILLERMO FAURE NRO. 135 URB. SAN BORJA (CUADRA 31 AV. AVIACIÓN 6 AV. SAN BORJA SUR) LIMA-LIMA-
 SAN BORJA
 TELÉFONO: 01 3144708
 PERSONA(S) DE CONTACTO: GLORIA FAUSTINO PRUDENCIO

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM

ÍTEM: ESTACIÓN METEOROLÓGICA CÓDIGO : NO ESPECIFICA
 MARCA: DAVIS UNIDAD DE MEDIDA: mbar
 MODELO: VANTAGE PRO 2 RESOLUCIÓN: 0,1 mbar
 SERIE: AP150709017 INTERVALO DE MEDIDA*: (540 a 1100) mbar
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL-PC-037	BARÓMETRO PATRÓN	DELTA OHM	HD2001	15019183	2021-12-01	124 20000817
ELET-132-01	VACUÓMETRO (BOMBA DE VACIO)	USG	BOURDON TIPO A	NO ESPECIFICA	2022-01-18	CC-0007-062-21
EL-PT-597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1001	160458369	2022-05-17	CC-1962-007-21
EL-PT-305	TERMOCIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2022-04-01	CC-1497-001-21

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del INPM (Instituto Nacional de Física Metrológica - Italia) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INM).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON BARÓMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE PRESIÓN CONTROLADA
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: EURAMET CALIBRATION GUIDE No. 17 - VERSION 4.0 (04/2019)
 PROCEDIMIENTO: PEC-EL-46
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)
 TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 20,1 °C ±0,1 °C
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 46,2 %RH ±0,8 %RH
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 1014 hPa ±0 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN SENTIDO DECRECIENTE

Lectura Item	Lectura Patrón	Error de Medición		Incertidumbre (k=2)	
mbar	mbar	mbar	kPa	mbar	kPa
599,7	600,3	-1,6	-0,16	2,2	0,22
799,6	800,2	-1,6	-0,16	2,2	0,22
899,7	900,2	-1,5	-0,15	2,2	0,22
999,7	1000,1	-1,4	-0,14	2,2	0,22
1009,9	1009,9	-1,3	-0,13	2,2	0,22

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN SENTIDO CRECIENTE

Lectura Item	Lectura Patrón	Error de Medición		Incertidumbre (k=2)	
mbar	mbar	mbar	kPa	mbar	kPa
599,2	600,1	-0,9	-0,09	2,2	0,22
799,1	800,2	-1,1	-0,11	2,2	0,22
899,2	900,0	-0,8	-0,08	2,2	0,22
999,0	1000,1	-1,1	-0,11	2,2	0,22
1009,9	1009,9	-0,9	-0,09	2,2	0,22

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

* Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Alex Bagaña
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-09-07
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-09-07
 FECHA DE EMISIÓN: 2021-09-10



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

(Firma manuscrita)
 Gerente General



Firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0882-003-21

		 				
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ECCODEN S.A.C.					
DIRECCIÓN:	CAL. GUILLERMO FAURE NRO. 135 URB. SAN BORJA (CUADRA 31 AV. AVIACIÓN-6 AV. SAN BORJA SUR) LIMA-LIMA-SAN BORJA					
TELÉFONO:	01 3144788					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	GLORIA FAUSTINO PRUDENCIO					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM						
ÍTEM:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	CÓDIGO ⁽¹⁾ :	NO ESPECIFICA			
MARCA:	DAVIS	UNIDAD DE MEDIDA:	m/s			
MODELO:	VANTAGE PRO 2	RESOLUCIÓN:	0,1 m/s			
SERIE:	AP150709017	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(1 a 80) m/s			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA					
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PC.080	ANEMOMETRO PATRÓN	TSI ALNOR	AVM440	AVM441813009	2022-06-11	800424102
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	100458369	2022-05-17	CC-1962-007-21
EL.PT.365	TERMOMGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2022-04-01	CC-1497-001-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON ANEMOMETRO PATRÓN Y TUNEL DE VIENTO					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	ISO 17713-1:2007					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.53					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,3 °C	±0,1 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	49,2 %HR	±0,6 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1014 hPa	±0 hPa				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s		
3	3,2	3,02	0,18	0,31	2,87	
15	15,1	15,07	0,03	0,32	2,02	
27	27,2	27,00	0,20	0,19	2,06	
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.						
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajarín					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-09-07	FECHA DE EMISIÓN:	2021-09-09			
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-09-07					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General



Firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0882-004-21



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: ECCODEN S.A.C.
 DIRECCIÓN: CAL. GUILLERMO FAURE NRO. 135 URB. SAN BORJA (CUADRA 31 AV. AVIACIÓN-8 AV. SAN BORJA SUR) LIMA-LIMA-SAN BORJA
 TELÉFONO: 01 3144788
 PERSONA(S) DE CONTACTO: GLORIA FAUSTINO PRUDENCIO

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ÍTEM: ESTACIÓN METEOROLÓGICA UNIDAD DE MEDIDA: mm
 MARCA: DAVIS RESOLUCIÓN: 0,1 mm
 MODELO: VANTAGE PRO 2 INTERVALO DE MEDIDA:⁽¹⁾ (0 a 999,9) mm
 SERIE: AP150706017 UBICACIÓN: NO ESPECÍFICA
 CÓDIGO: NO ESPECÍFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.ET.050	PIE DE REY	MITUTOYO	500 193	1091426	2022-07-19	CC-2920-025-21
EL.ET.063	BALANZA ANALÍTICA	SARTORIUS	CPA 2250	28811977	2022-06-05	CC-2371-022-21
EL.PT.771	TERMOMÉTRICO	JUMO	LOGSCREEN 600	04778450	2022-07-03	CC-2920-004-21

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrompida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INM).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON PATRONES DE REFERENCIA
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.PG
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE MASA Y VOLUMEN
 TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 21,1 °C ±0,2 °C
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 50,4 %HR ±0,9 %HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Unidad de Medida	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de cobertura (K)
mm	1,1	1,30	-0,20	0,44	2,00
mm	5,3	5,20	0,10	0,25	2,00
mm	10,3	10,20	0,10	0,19	2,00

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evalúa con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente al 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Ronald Arías
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-08-07
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-08-07
 FECHA DE EMISIÓN: 2021-09-10



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General



Firma electrónica

Certificado de Calibración del Rotámetro



CERTIFICADO DE CALIBRACION OHLF-015-2022

1.- SOLICITANTE

Razón social: SERVICIO DE ENSAYO ANALITICOS - LABORATORIO S.A.C.

Dirección: CAL.LAS SILVITAS NRO. 200 URB. SAN HILARION ESTE LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

OTI: LC-022

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Medidor de Caudal

Marca : DWYER
Modelo : RMA-13
N° de Serie : T25AB
Procedencia : Estados Unidos
Intervalo de Medición : 200 cm³/min a 1000 cm³/min
Resolución : 50 cm³/min

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó según el ME-009: 1° Ed., "Procedimiento Calibración de Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El instrumento fue calibrado el 2022 - 02 - 17.
- * La calibración se realizó en el Área de Flujo del Laboratorio OHLAB.

5.- TRAZABILIDAD

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo
CNM-CC-710-078/2021	Medidor de Caudal, con una exactitud del 2 % de la indicación.	TSI	4146 F
CENAM - MEXICO			

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	24,1 °C	± 0,4 °C
Humedad	51,2 % HR	± 1,0 % HR
Presión	1007,7 hPa	± 0,0 hPa

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración.

Fecha de emisión: 2022 - 02 - 17.



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Juan Diego Arribasplata
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Laboratorio de Metrología
Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
Email: comercial@ohlaboratory.com
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 2

FGC-042/MARZO 2020/Rev.04

CERTIFICADO DE CALIBRACION OHLF-015-2022

7.- RESULTADOS

CCV	Indicación del Caudalímetro	Error	Incertidumbre
cm ³ /min	cm ³ /min	cm ³ /min	cm ³ /min
183	200	17	32
366	400	34	32
461	500	39	32

CCV: Caudal Convencionalmente Verdadero

Temperatura del aire: 23,2 °C a 23,4 °C.

7.1.- NOTAS

- * Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 15 mediciones por punto de calibración.
- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- * La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- * La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel aproximado de confianza del 95%.

Fin del documento

ANEXO 17: Informe de Ensayo – Primer Monitoreo



INFORME DE ENSAYO Nº 2205004 VALOR NO OFICIAL

Nombre del Cliente : TABATHA MACEDO GALLEGOS/ ZULEMA DALENS ROSAS
 Domicilio Legal : -
 Solicitado Por : ESS SOLUCIONES E.I.R.L.
 Referencia : CUZCO
 Proyecto : EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIONES DE CO, PM2.5 Y PM 10 MEDIANTE GAS GENERADO POR LA INDUSTRIA LADRILLERA EN CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : CUZCO
 Plan de Muestreo : Realizado por Jirehlab
 Cantidad de Muestras : 2
 Producto : Calidad de aire
 Condición de la Muestra : Buen estado
 Código JIREHLAB : 2205004
 N° de Cotización : COT202200090
 Fecha de Recepción : 11/05/2022
 Fecha de Ensayo : 11/05/2022 al 16/05/2022
 Fecha de Emisión : 17/05/2022

II. Método de Referencia

Parámetros	Norma de referencia	Título
Material Particulado PM ₁₀ (bajo volumen)*	EPA 625/R-96/010a Compendium Method IO-2.3 June 1999/ Compendium Method IO-3.1 June 1999.	Compendium of Method for the Determination of inorganic Compounds in Ambient Air. Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patashnick (R&P) Low Volumen Partisol® Sampler /selection, Preparation and Extraction of Filter Material
Material Particulado PM _{2.5} (bajo volumen)	PJ-A-03 (VALIDADO) 2020 Reference Method for the Determination of fine particulate matter as PM 2.5 in the Atmosphere 40 CFR, Appendix L to Part 50 2018. (Includes sampling). Air quality	Reference method for the determination of fine particles such as PM 2.5 in the atmosphere.
Monóxido de Carbono (CO)	PJ-A-02 (VALIDADO) 2020. Determination of Carbon Monoxide (CO) in air based on the Peter O. Warner (Silver Salt) (Includes sampling) Air quality	Determination of Carbon Monoxide in the atmosphere.

Nota:

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA o IAS
 (1) Métodos acreditados por INACAL-DA o IAS desarrollado por el Laboratorio Subcontratado
 (2) Métodos no acreditados por INACAL-DA o IAS desarrollado por el Laboratorio Subcontratado
 (3) Los métodos desarrollados en Campo
 (4) El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por INACAL-DA o IAS, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.
SIGLAS: *EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.
 *ASTM" American Society for Testing and Materials
 *SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF

III. Resultados

Código de Laboratorio	2205004.01	2205004.01		
Código de Cliente	CA-01	CA-02		
Descripción	---	---		
Fecha de Muestreo	10-11/05/2022	10-11/05/2022		
Hora de Muestreo (h)	11:30:00 a.m.	12:10:00 p.m.		
Tipo de Producto	Aire	Aire		
Cadena de Custodia N°	2205004	2205004		
Ubicación Geográfica	E: 185871.6	E: 186647.3		
UTM	N: 8499714	N: 8500276.9		
Parámetros	Unidad	L.D.M	Resultados	
Material Particulado PM ₁₀	ug/m ³	0.024	85.4	32.5
Material Particulado PM _{2.5}	ug/m ³	0.33	30.3	16.3
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	738	<738	<738

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M.= Límite de detención del método, "<"= Menor que el L.C.M., indicado, "---"= Analizado

Notas:

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
 El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
 El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
 Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de JIREHLAB S.A.C.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

** FIN DEL INFORME*

Informe de Ensayo – Segundo Monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO INTERNACIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS CON REGISTRO TL- 1022



INFORME DE ENSAYO N° 2206004 VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : TABATHA MACEDO GALLEGOS/ ZULEMA DALENS ROSAS
 Domicilio Legal : -
 Solicitado Por : ESS SOLUCIONES E.I.R.L.
 Referencia : CUZCO
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIONES DE CO, PM2.5 Y PM 10 MEDIANTE GAS GENERADO POR LA INDUSTRIA LADRILLERA EN CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : CUZCO
 Plan de Muestreo : Realizado por Jirehlab
 Cantidad de Muestras : 2
 Producto : Calidad de aire
 Condición de la Muestra : Buen estado
 Código JIREHLAB : 2206004
 N° de Cotización : COT202200090
 Fecha de Recepción : 21/06/2022
 Fecha de Ensayo : 21/06/2022 al 25/06/2022
 Fecha de Emisión : 25/06/2022

II. Método de Referencia

Parámetros	Norma de referencia	Título
Material Particulado PM ₁₀ (bajo volumen)*	EPA 625/R-96/010a Compendium Method IO-2.3 June 1999/ Compendium Method IO-3.1 June 1999.	Compendium of Method for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air; Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patachnick (R&P) Low Volume Partisol® Sampler /selection, Preparation and Extraction of Filter Material
Material Particulado PM _{2.5} (bajo volumen)	PI-A-03 (VALIDADO) 2020 Reference Method for the Determination of fine particulate matter as PM 2.5 in the Atmosphere 40 CFR, Appendix L to Part 50 2018. (includes sampling). Air quality	Reference method for the determination of fine particles such as PM 2.5 in the atmosphere.
Monóxido de Carbono (CO)	PI-A-02 (VALIDADO) 2020. Determination of Carbon Monoxide (CO) in air based on the Peter O. Warner (Silver Salt) (includes sampling) Air quality	Determination of Carbon Monoxide in the atmosphere.

Nota:

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA o IAS
 (1) Métodos acreditados por INACAL-DA o IAS desarrollado por el Laboratorio Subcontratado
 (2) Métodos no acreditados por INACAL-DA o IAS desarrollado por el Laboratorio Subcontratado
 (3) Los métodos desarrollados en Campo
 (4) El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por INACAL-DA o IAS, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

SIGLAS: *EPA*: U.S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemical Analysis.
 ASTM American Society for Testing and Materials
 SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF

III. Resultados

Código de Laboratorio	2206004.01	2206004.01
Código de Cliente	CA-01	CA-02
Descripción	---	---
Fecha de Muestreo	20-21/05/2022	20-21/05/2022
Hora de Muestreo (h)	11:30:00 a.m.	12:10:00 p.m.
Tipo de Producto	Aire	Aire
Cadena de Custodia N°	2205004	2205004
Ubicación Geográfica UTM	E: 185871.6 N: 8499714	E: 186647.3 N: 8500276.9

Parámetros	Unidad	L.D.M	Resultados	
Material Particulado PM ₁₀	ug/m ³	0.024	115.4	57.3
Material Particulado PM _{2.5}	ug/m ³	0.33	49.4	38.2
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	738	<738	<738

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M., "ind." = Indicado, "-" = No Analizado

JIREHLAB S.A.C.

 John F. Francisco Bazán
 COP 1024
 GERENTE DE LABORATORIO

ANEXO 18: Registro Fotográfico

Imagen N°01 – Calidad de Aire



Imagen N°02 – Calidad de Aire



Imagen N°03– Instalacion de equipos



Imagen N°4– Hornos para la fabricación de ladrillos

