

**EVALUACIÓN AMBIENTAL FOCAL DE LA CALIDAD DEL AIRE
EN EL ÁMBITO DEL INCENDIO FORESTAL OCURRIDO EN LA
PROVINCIA QUISPICANCHI, DEPARTAMENTO CUSCO EN
AGOSTO DE 2021**

**SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

2021



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

Profesionales que aportaron a este documento:



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	5
3. OBJETIVOS.....	5
3.1. Objetivo General.....	5
3.2. Objetivos específicos.....	5
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	6
5. METODOLOGÍA.....	6
5.1. Protocolo de monitoreo utilizado para la evaluación.....	6
5.2. Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad ambiental del aire.....	6
5.3. Parámetros y Método de análisis.....	7
5.4. Equipos utilizados.....	7
5.5. Criterios de evaluación.....	7
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	8
7. CONCLUSIONES.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Protocolo de monitoreo utilizado para la evaluación ambiental.....	6
Tabla 5.2. Ubicación de las estaciones evaluadas.....	7
Tabla 5.3. Métodos de análisis de aire.....	7
Tabla 5.4. Equipos de monitoreo empleados en la evaluación ambiental.....	7
Tabla 5.5. Criterios de evaluaciones aplicables a la evaluación ambiental.....	7
Tabla 6.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	8
Tabla 6.2. Parámetros meteorológicos registrados en las estación de Andahuaylilla (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	11



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Ubicación de la zona del incendio forestal en la provincia de Quispicanchi.....	6
Figura 6.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-LU-01, del 11 al 15 de agosto de 2021.....	8
Figura 6.2. Resultados horarios de las concentraciones de PM10 y PM2,5 en el punto ubicado en el distrito Lucre.....	9
Figura 6.3. Concentraciones de 24 horas de PM10 y PM2,5 en el punto ubicado en el distrito de Lucre.....	9
Figura 6.4. Rosas de concentración por horas para el PM10 de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	10
Figura 6.5. Rosas de concentración por horas para el PM2,5 de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	11
Figura 6.6. Rosas de concentración por horas para el PM2,5 de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	12
Figura 6.7. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-AN-01, del 11 al 15 de agosto de 2021.....	12
Figura 6.8. Concentraciones de 24 horas de PM10 y PM2,5 en el punto ubicado en el distrito de Andahuaylillas.....	13
Figura 6.9. Rosas de concentración por horas para el PM10 de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Andahuaylillas (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	13
Figura 6.10. Rosas de concentración por horas para el PM2,5 de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Andahuaylillas (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.....	14

LISTADO DE ACRÓNIMOS

Acrónimo

MINAM: Ministerio del ambiente



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe brinda los resultados del monitoreo de la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del incendio forestal, el cual se inició el 5 de agosto de 2021, en los distritos Lucre y Andahuaylillas de la provincia Quispicanchi, departamento Cusco.

La Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) realizó el monitoreo de la calidad del aire durante 5 días continuos con equipos automáticos en los distritos de Lucre y Andahuaylillas, con el objetivo de medir el material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$, y observar el comportamiento en el tiempo de los mencionados parámetros a nivel horario, así como reportar a tiempo real los resultados en la página web del OEFA.

Es importante resaltar que el parámetro $PM_{2,5}$ es emitido principalmente en procesos de combustión (chimeneas, motor, quemas, etc.), por lo que es el parámetro que mejor reflejaría la dispersión del material particulado emitido por el incendio forestal en los distritos de Lucre y Andahuaylillas.

2. ANTECEDENTES

Mediante el reporte preliminar N° 1827 emitido por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) el 6 de agosto de 2021, se informa de la ocurrencia de un incendio forestal suscitado el 5 de agosto de 2021 a las 19:00 horas aproximadamente en la provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco.

El 11 de agosto de 2021, el ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica de la DEAM designa al equipo de evaluadores que participó en la Evaluación Ambiental Focal de la calidad del aire en el área de influencia del incendio ocurrido en la provincia Quispicanchi.

El 11 de agosto de 2021, un equipo de evaluadores de la DEAM inició el monitoreo con de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en tiempo real que se instalaron en los distritos Andahuaylillas y Lucre, provincia Quispicanchi, departamento Cusco.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Realizar la evaluación ambiental focal de la calidad del aire en el ámbito del incendio forestal ocurrido en la provincia Quispicanchi, departamento Cusco, mediante el monitoreo continuo de parámetros que permitan registrar y alertar alteraciones en la calidad del aire en agosto de 2021.

3.2. Objetivos específicos

- Ubicar, instalar y operar las dos estaciones de monitoreo de calidad del aire que mida a tiempo real el material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}), 2,5 micras ($PM_{2,5}$) y variables meteorológicas.
- Transmitir los datos de PM_{10} y $PM_{2,5}$ al servidor central del OEFA para su visualización y consultas en el portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca los distritos de Lucre y Andahuaylillas de la provincia Quispicanchi, departamento Cusco, por la ubicación donde se originó el incendio forestal en el distrito de Lucre y se propagó hasta el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi

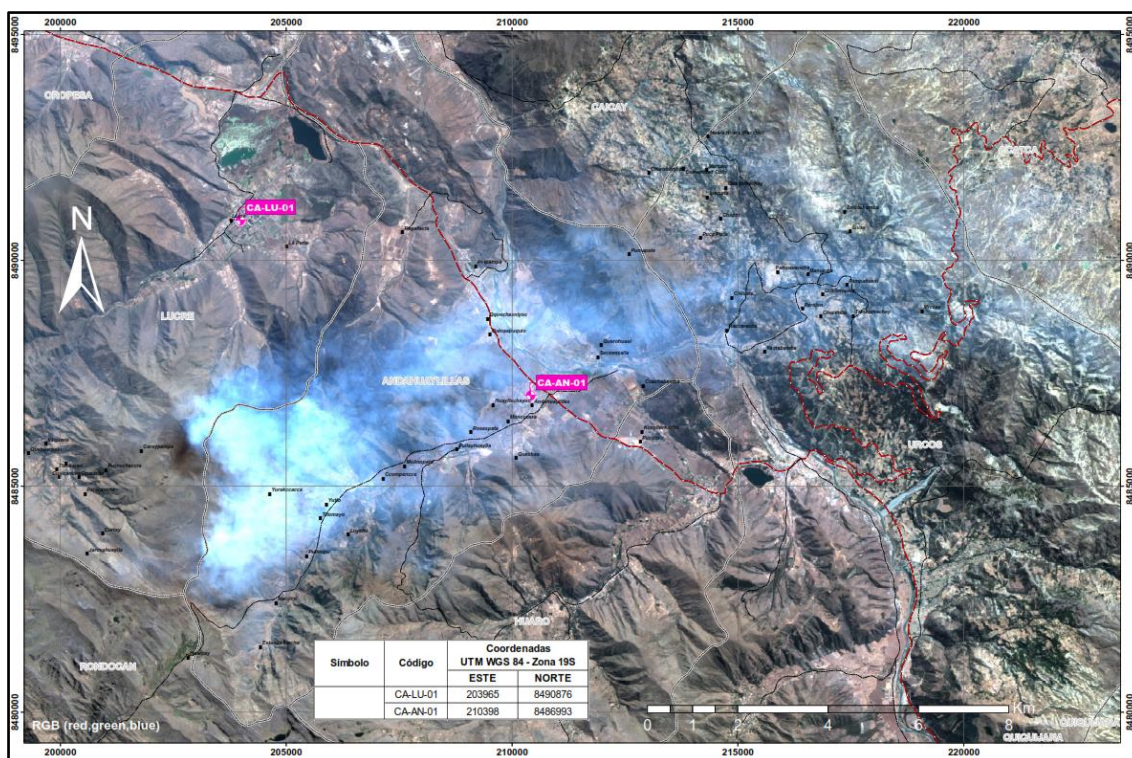


Figura 4.1. Ubicación de la zona del incendio forestal en la provincia de Quispicanchi.

5. METODOLOGÍA

5.1. Protocolo de monitoreo utilizada para la evaluación

Tabla 5.1. Protocolo de monitoreo utilizado para la evaluación ambiental

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire ²¹	Todo el documento	Perú	Ministerio del Ambiente	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM	2019

5.2. Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad ambiental del aire

En la Tabla 5.2 se detallan las coordenadas, códigos y altitudes de las 2 estaciones evaluadas en los distritos Lucre y Andahuaylillas.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

Tabla 5.2. Ubicación de las estaciones evaluadas

Estación		Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19 L		Altitud (m s.n.m)	Descripción
Nombre	Código	Este (m)	Norte (m)		
Lucre	CA-LU-01	203965	8490876	3106	Intersección de las calles Gamarra con Chachacomayo
Andahuaylillas	CA-AN-01	210398	8486993	3129	Intersección de las calles Cusco y Quispicanchi

5.3. Parámetros y Método de análisis**Tabla 5.3.** Métodos de análisis de aire

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})		

5.4. Equipos utilizados**Tabla 5.4.** Equipos de monitoreo empleados en la evaluación ambiental.

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de Calibración
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM180	18A20136	N77094451
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})				18A20136	N77094454
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	Davis Instruments	Vantage Pro 2	BE181010022	LM-4662020 LM-4672020 LM-4682020 LM-4692020
				BB180411003	LM-4702020 LM-4712020 LM-4722020 LM-4732020

5.5. Criterios de evaluación**Tabla 5.5.** Criterios de evaluaciones aplicables a la evaluación ambiental

Estación	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor (µg/m³)	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Dispersión de Luz (método equivalente)	Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias"
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año		



6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1. Estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01)

Respecto a las condiciones meteorológicas registradas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de Lucre se aprecia que el máximo valor de la precipitación fue 2,5 mm, la temperatura promedio fue de 12,1 °C alcanzando una mínima de 2,3 °C y una máxima de 23,6 °C, la humedad relativa varió entre 22 % y 94 % y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 3,6 m/s.

Los valores se presentan en la Tabla 6.1 y el detalle del registro en el Anexo 3 (Tabla 6.1. Datos Meteorológicos).

Tabla 6.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021

Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Mínimo	527,7	0	2,3	22	0
Máximo	532,4	2,5	23,6	94	3,6
Promedio	530,4	0,024	12,1	66,4	0,9

En la Figura 6.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-LU-01 correspondiente del 11 al 15 de agosto de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia en el sur-suroeste (SSW) y sur-oeste (SW).

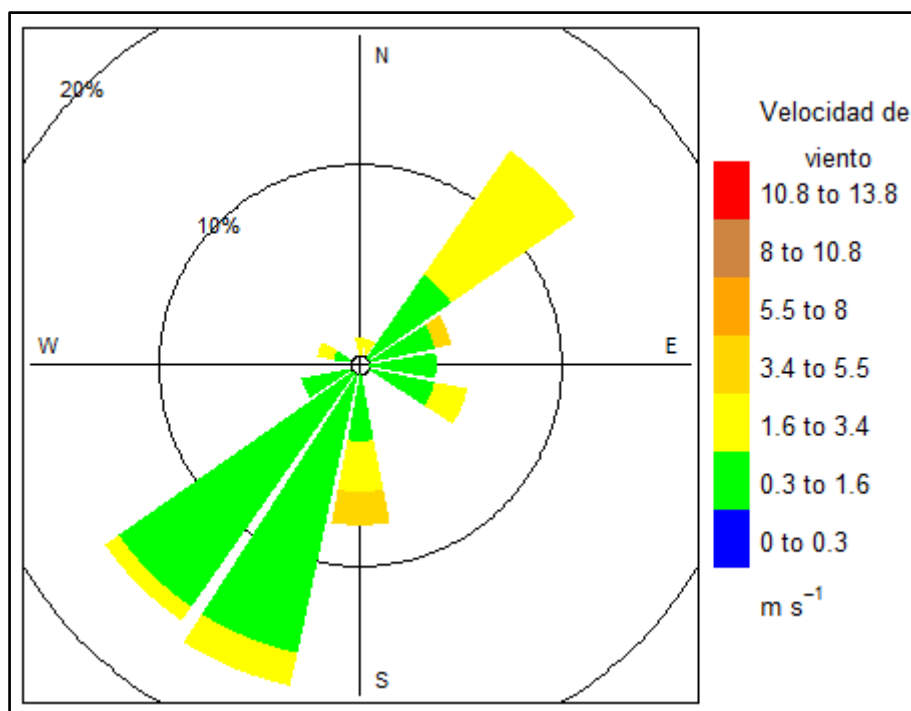


Figura 6.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-LU-01, del 11 al 15 de agosto de 2021

En la Figura 6.2 se presentan las concentraciones horarias de PM_{10} y $PM_{2,5}$ desde el 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación CA-LU-01. La mayor concentración horaria de PM_{10} fue de $86,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se registró el 15 de agosto a las 06:00 h y la mayor concentración horaria de $PM_{2,5}$ fue de $59,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se registró el 13 de agosto a las 07:00 h. Las concentraciones horarias de ambos parámetros no fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla periodos de 1 hora.

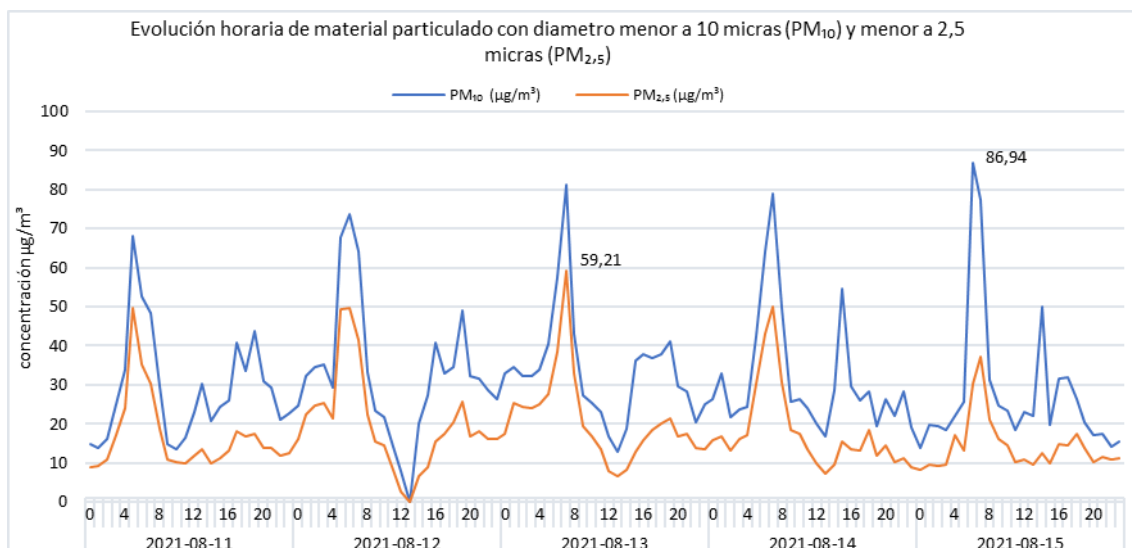


Figura 6.2. Resultados horarios de las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en el punto ubicado en el distrito Lucre

En la Figura 6.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{10} y $PM_{2,5}$ desde el 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación CA-LU-01. Las concentraciones de PM_{10} oscilaron entre una mínima de $27,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 15 de agosto y máxima de $33,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 13 de agosto. Las concentraciones de $PM_{2,5}$ oscilaron entre una mínima de $14,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 15 de agosto y máxima de $20,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 13 de agosto.

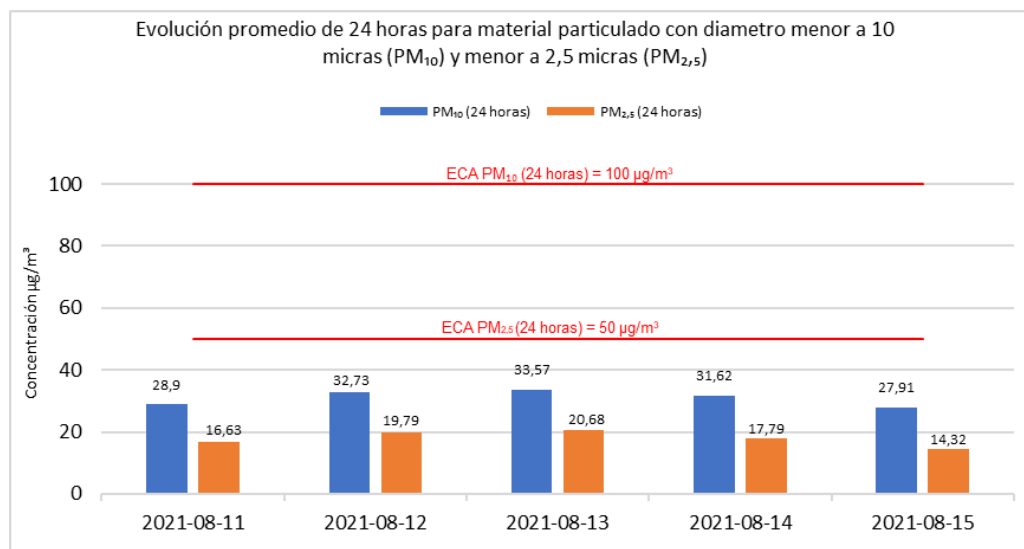


Figura 6.3: Concentraciones de 24 horas de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en el punto ubicado en el distrito de Lucre

En la Figura 6.4 se grafica las rosas de concentración por horas para el PM_{10} desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de monitoreo CA-LU-01. Se observa que a las 06:00 h, 07:00 h y 15:00 h se alcanzó un rango de concentración de PM_{10} entre $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (paleta amarilla) de vientos provenientes predominantemente del sur y sur-suroeste (SSW).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

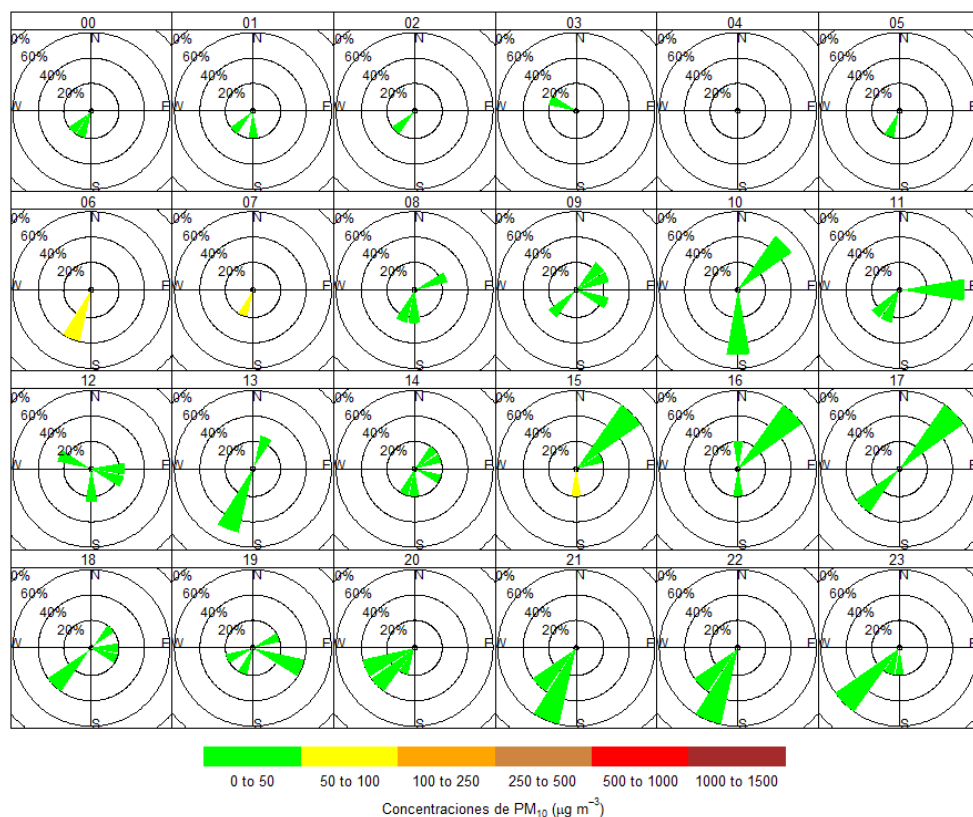


Figura 6.4. Rosas de concentración por horas para el PM_{10} de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{10} .

En la Figura 6.5 se grafica las rosas de concentración por horas para el $PM_{2.5}$ desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de monitoreo CA-LU-01. Se observa que todas alcanzaron el rango de concentración de $PM_{2.5}$ entre $0 \mu g/m^3$ y $50 \mu g/m^3$ (paleta verde) de vientos provenientes predominantemente del suroeste (SW) y sur-suroeste (SSW).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

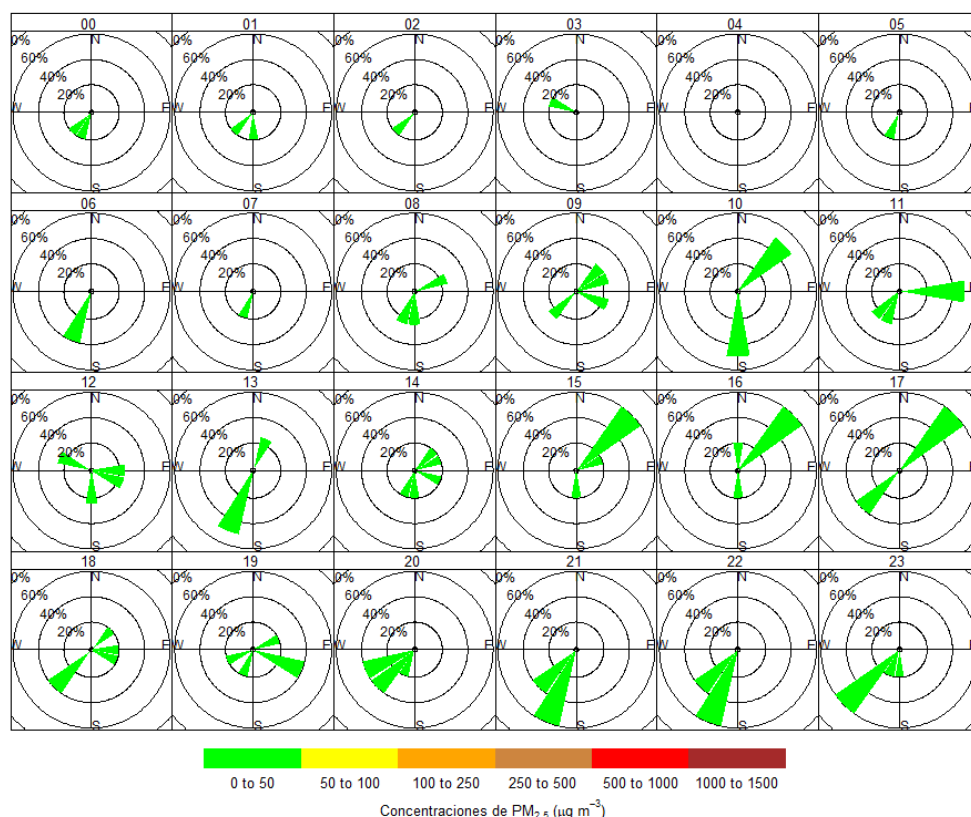


Figura 6.5. Rosas de concentración por horas para el $PM_{2.5}$ de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Lucre (CA-LU-01) del 11 al 15 de agosto de 2021

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de $PM_{2.5}$

6.2. Estación de monitoreo Andahuaylillas (CA-AN-01)

Respecto a las condiciones meteorológicas registradas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de Andahuaylillas se aprecia que el máximo valor de la precipitación fue 0,8 mm, la temperatura promedio fue de 12,8 °C alcanzando una mínima de 3 °C y una máxima de 23 °C, la humedad relativa varió entre 14 % y 72 % y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 3,1 m/s.

Los valores se presentan en la Tabla 6.2 y el detalle del registro en el Anexo 3 (Tabla 6.2. Datos Meteorológicos).

Tabla 6.2. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de Andahuaylilla (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021.

Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Mínimo	494,9	0	3	14	0
Máximo	594,3	0,8	23	72	3,1
Promedio	533,6	0,008	12,8	47,4	0,8

En la Figura 6.6 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-AN-01 correspondiente del 11 al 15 de agosto de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia nor-noreste (NNE).

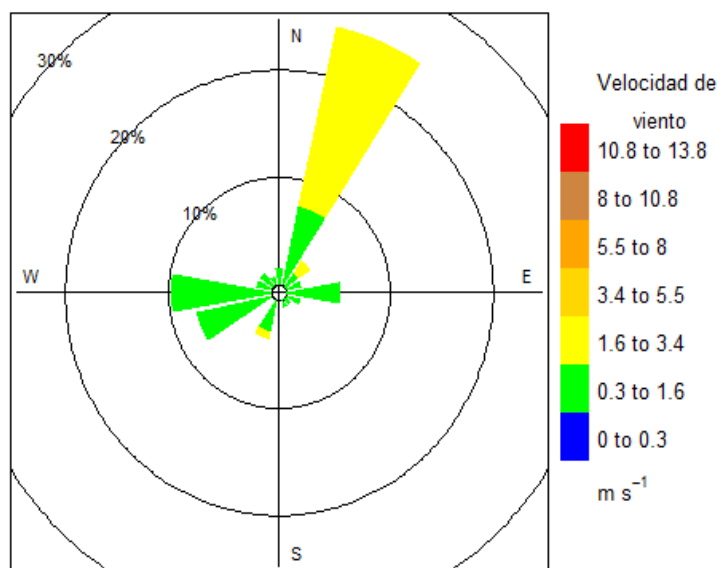


Figura 6.6. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-AN-01, del 11 al 15 de agosto de 2021

En la Figura 6.7 se presentan las concentraciones horarias de PM_{10} y $PM_{2,5}$ desde el 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación CA-AN-01. La mayor concentración horaria de PM_{10} fue de $85,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se registró el 15 de agosto a las 14:00 h y la mayor concentración horaria de $PM_{2,5}$ fue de $40,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se registró el 15 de agosto a las 08:00 h. Las concentraciones horarias de ambos parámetros no fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla periodos de 1 hora.

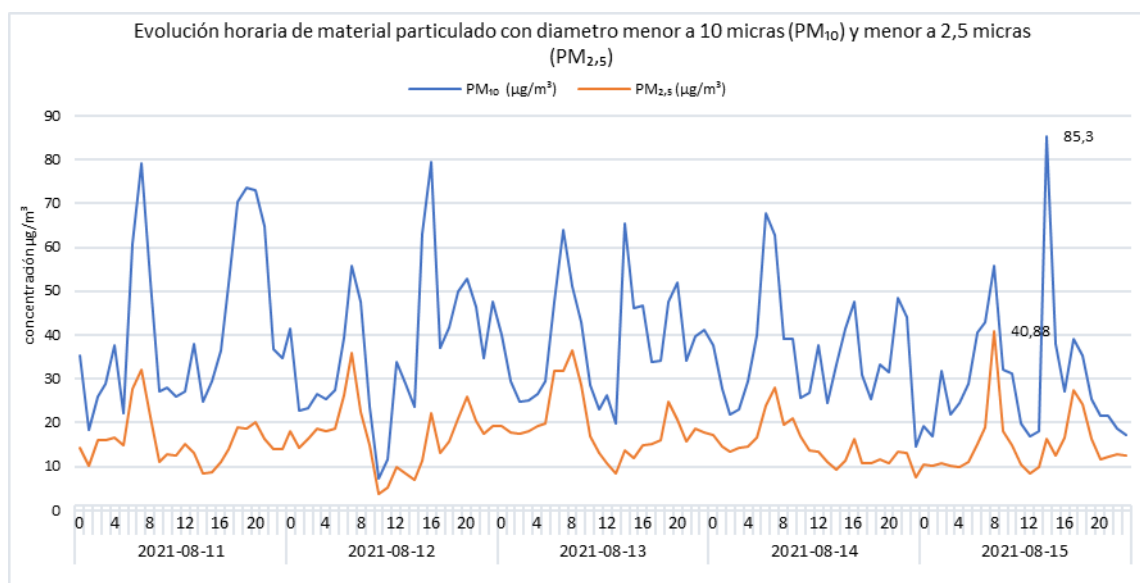


Figura 6.7. Resultados horarios de las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en el punto ubicado en el distrito de Andahuaylillas.

En la Figura 6.8 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{10} y $PM_{2,5}$ desde el 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación CA-AN-01. Las concentraciones de PM_{10} oscilaron entre una mínima de $30,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 15 de agosto y máxima de $41,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 11 de agosto. Las concentraciones de $PM_{2,5}$ oscilaron entre una mínima de $14,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 14 de agosto y máxima de $19,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 13 de agosto.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

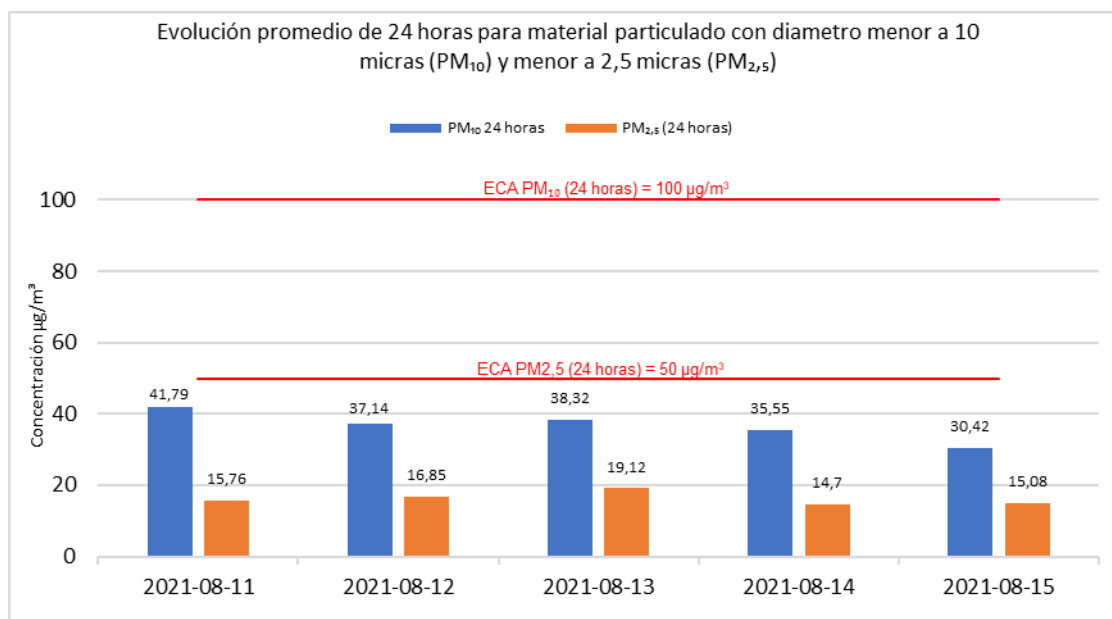


Figura 6.8: Concentraciones de 24 horas de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en el punto ubicado en el distrito de Andahuaylillas.

En la Figura 6.9 se grafica las rosas de concentración por horas para el PM_{10} desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de monitoreo CA-AN-01.

Se observa que a las 21:00 h se alcanzaron concentraciones de PM_{10} dentro del rango entre $500 \mu g/m^3$ y $1000 \mu g/m^3$ (paleta roja) provenientes predominantemente del oeste (W).

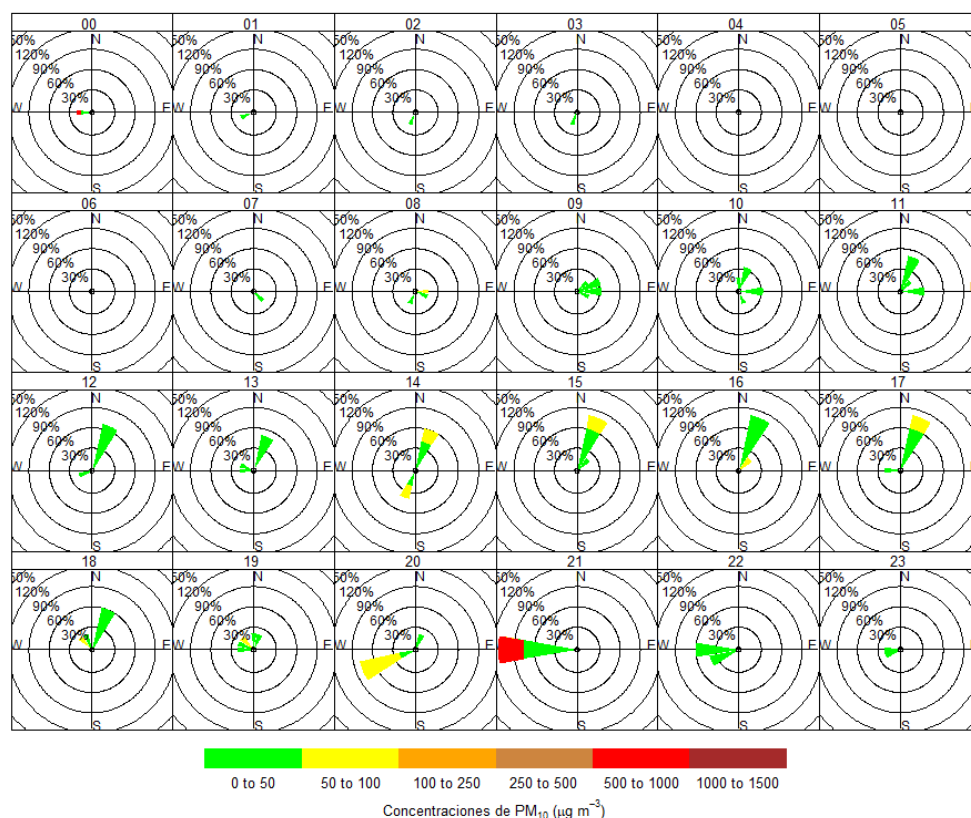


Figura 6.9. Rosas de concentración por horas para el PM_{10} de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Andahuaylillas (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{10} .



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

En la Figura 6.10 se grafica las rosas de concentración por horas para el PM_{2,5} desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas del 11 al 15 de agosto de 2021 en la estación de monitoreo CA-AN-01.

Se observa que a las 21:00 h se alcanzaron concentraciones de PM_{2,5} dentro del rango entre 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (paleta roja) provenientes del oeste (W) y el resto alcanzaron concentraciones de PM_{2,5} dentro del rango entre 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (paleta verde) provenientes predominantemente del suroeste (SW) y nor-noreste (NNE).

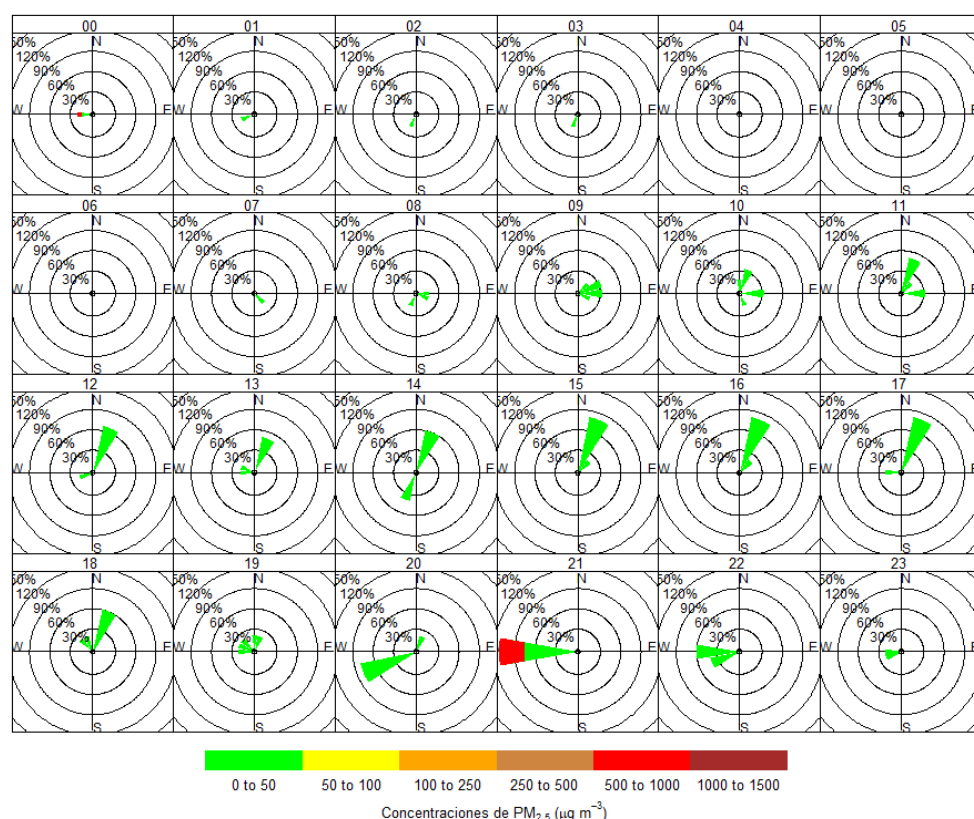


Figura 6.10. Rosas de concentración por horas para el PM_{2,5} de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Andahuaylillas (CA-AN-01) del 11 al 15 de agosto de 2021

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{2,5}

7. CONCLUSIONES

- Se instalaron dos estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el ámbito del incendio forestal en los distritos Lucre y Andahuaylillas, provincia Quispicanchis, departamento Cusco el 10 de agosto de 2021.
- Se han obtenido resultados horarios máximos de material particulado PM₁₀ en las estaciones de Lucre el día 15 de agosto de 2021 con 86,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 06 horas y en Andahuaylillas el día 15 de agosto de 2021 con 85,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 14 horas. Los valores horarios máximos del parámetro PM_{2,5} en la estación de Lucre el día 13 de agosto de 2021 con 59,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 07 horas y Andahuaylillas el día 15 de agosto de 2021 con 40,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 08 horas.
- En las estaciones de monitoreo de Lucre y Andahuaylillas, las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ y PM_{2,5} no excedieron el valor de sus respectivos ECA para aire, durante los días 11, 12, 13, 14 y 15 de agosto.