



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección  
Técnica CientíficaDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

2019-I01-010671

**INFORME N.º 00016-2019-OEFA/DEAM-STEC**

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**  
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**  
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica

**JULIO ANDRÉS GONZALEZ ROSSEL**  
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Pesquería, Industria y Otros

ASUNTO : Evaluación ambiental en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. - 2018

REFERENCIA : Planefa 2019  
Oficio N.º 131-2018/MDMCH-A  
Memorandum N.º 1702-2018-OEFA/DSAP

FECHA : Lima,

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

**1. INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL**

Datos generales de la evaluación ambiental en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.

a.	Ubicación general	Distrito Miguel Checa, provincia Sullana y distritos La Huaca y El Arenal, provincia Paíta, departamento Piura.
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.
c.	Antecedente(s)	Oficio N.º 131-2018/MDMCH-A Memorandum N.º 1702-2018-OEFA/DSAP
d.	Objetivo general	Evaluar la calidad ambiental del aire en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental que determina causalidad

Profesionales que aportaron al estudio

N.º	Nombre y Apellidos	Actividad desarrollada
1	Saúl Saulo Aldave Agüero	Campo y gabinete
2	Lizbeth Pamela Huansha Nolberto	Gabinete
3	Danny Dademang Rojas Bernardo	Campo
4	Juan Renatto Cuadros Temoche	Campo

Cantidad de puntos evaluados por matriz en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. - 2018

a.	Fecha de comisión	Primer monitoreo	25/10/2018 al 18/11/2018
b.	Puntos evaluados	Primer monitoreo	
		Aire	6

Parámetros que incumplieron la normativa en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. - 2018



PERÚ

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

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

Matriz	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Normas del IGA <sup>(1)</sup>	Norma vigente <sup>(2)</sup>
Aire	PM <sub>10</sub>	0	0
	PM <sub>2,5</sub>	0	0
	Metales en PM <sub>10</sub> <sup>3</sup>	0	0
	Dióxido de azufre	0	0
	Monóxido de carbono	0	0

(1) Decreto Supremo N° 074-2001-PCM; Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM

(2) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM

(3) Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012

## 2. PRINCIPALES CONCLUSIONES

La evaluación de calidad de aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. comprendió el monitoreo continuo de 20 días en 6 puntos de calidad aire, entre el 27 de octubre y el 16 de noviembre del 2018.

- Las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en los puntos de monitoreo JIB-CA-05 (centro poblado Jíbito), SOJ-CA-07 (centro poblado Sojo), 31OCT-CA-08 (centro poblado 31 de octubre), VIV-CA-09 (centro poblado Viviate), HUA-CA-10 (centro poblado La Huaca) y RIN-CA-01 (centro poblado Rinconada) no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (2017) de 100 µg/m<sup>3</sup> y 50 µg/m<sup>3</sup> respectivamente.
- Las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y menor a 2,5 micra (PM<sub>2,5</sub>) en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (2001 y 2008) de 150 µg/m<sup>3</sup> y 25 µg/m<sup>3</sup> respectivamente.
- Los resultados de los análisis de metales totales en PM<sub>10</sub> realizados en los puntos JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, no superaron la norma referencial canadiense (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria – 2012*).
- Las mediciones automáticas de monóxido de carbono y dióxido de azufre evaluadas en el punto VIV-CA-09 no superaron los ECA para aire (2017), durante el periodo de monitoreo del 27 de octubre al 16 de noviembre de 2018. Los valores pico del monóxido de carbono se dieron durante la noche hasta el amanecer en ambos puntos.
- Es importante precisar que estos centros poblados donde se ubicaron los puntos de monitoreo que presentaron concentraciones de los parámetros mencionados que no excedieron los ECA Aire  $\forall$  norma internacional (referencial) se ubican aproximadamente entre 3,6 a 9,6 km de los cuarteles quemados durante el periodo de evaluación, siendo los centros poblados más lejanos: Rinconada (distrito El Arenal, provincia Paita), Sojo y Jíbito (distrito Miguel Checa, provincia Miguel Checa).
- En el periodo de evaluación que abarco 20 días de monitoreo, se registraron 13 días de cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada, siendo en



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 de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

12 días (28/10, 29/10, 31/10 y del 5/11 al 13/11 de 2018) los cuarteles ubicados en el distrito La Huaca, los mismos que presentaron áreas quemadas que fluctúan entre 17 a 20,9 ha/día; a su vez estos cuarteles se encuentran a una distancia de 3 a 5 km de los centros poblados La Huaca (HUA-CA-10), Pucusulá, Buenaventura y Viviate (VIV-CA-09). Mientras que, solo en un día (14/11/2018) se quemaron los cuarteles (13,26 ha/día) ubicados en el distrito Miguel Checa, los mismos que presentaron un área aproximada de 13,26 ha; a su vez estos cuarteles se encuentran a una distancia de 8 a 9,5 km de los centros poblados Sojo (SOJ-CA-07), Jíbito (JIB-CA-05) y Nueva Esperanza.

- El modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos mediante el software Screen3, mostró la relación entre las concentraciones de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ) que se generan por la cosecha mediante quema controlada de caña de azúcar y los cuarteles cosechados, evidenciándose que mientras mayor sea el área de cultivo quemada, el material particulado se incrementa, así mismo, su dispersión incrementa cuando se registran mayores velocidades del viento, disminuyendo la concentración de componentes en la pluma.
- Las cenizas generadas por la cosecha mediante quema controlada de caña de azúcar llegaron a los centros poblados de La Huaca, Pucusulá, Buenaventura, y Rinconada viéndose favorecidas por las condiciones meteorológicas como velocidad del viento entre 0,5 y 2,1 m/s; disminución de la temperatura ambiental (16 y 18 °C) e incremento de la humedad relativa (82 y 84 %), en el horario de quema de Agroaurora S.A.C.
- El modelamiento de dispersión de  $PM_{10}$  que presenta Agroaurora S.A.C. en su EIASd indica una distancia mínima de quema controlada de caña de azúcar de 1562 m; sin embargo, se encontraron diferencias en el número de hectáreas a ser cosechadas por quema controlada y su horario de quema, lo que indicaría un nuevo planteamiento en los datos de entrada, es decir, esta distancia debe ser ajustada a condiciones reales, indicando áreas de campos de cultivo diarias a cosechar por quema controlada (19,31 ha) y velocidades de viento registradas en el horario entre 00:00 a 04:00 horas (periodo de quema).
- De acuerdo a los criterios establecidos en el EIASd y a los datos de entrada (registrados en la evaluación) ingresados en el software Screen3, el modelamiento de dispersión de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  indica que la distancia mínima de quema controlada a los centros poblados (La Huaca, Rinconada, Pucusulá y Buenaventura) ubicados entre los distritos La Huaca y El Arenal, cuando se registraron velocidades promedio de 1,17 m/s deben ser superiores a 3,9 y 5 km (teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas diarias).
- De acuerdo al «Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura», realizado por el Senamhi y teniendo en cuenta que en el distrito Miguel Checa se quemaron 13,26 ha de cuarteles en solo un día (dentro del periodo de evaluación), a una distancia de 8 a 9,5 km de los centros poblados Sojo, Jíbito y Nueva Esperanza, la distancia mínima de quema controlada para que no superen los ECA Aire (2017) fue de 2,25 km.



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 de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

### 3. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental en el área de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. - 2018, en vista que cuenta con el sustento técnico requerido.
- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

[JGONZALEZ]

[LFAJARDO]

Visto este Informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[FGARCÍA]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 05160950"



05160950



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación  
Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad



Organismo  
de Evaluación  
y Fiscalización  
Ambiental

---

# **EVALUACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA EMPRESA AGROAURORA S.AC. – 2018**

---

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

**2019**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de  
Evaluación Ambiental

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Profesionales que aportaron a este documento

**LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**

Subdirector de la subdirección Técnica Científica  
Subdirección Técnica Científica  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

**JULIO ANDRÉS GONZALES ROSSEL**

Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Pesquería, Industria y Otros  
Subdirección Técnica Científica  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

**SAUL SAULO ALDAVE AGÜERO**

Tercero evaluador  
Subdirección Técnica Científica  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	ANTECEDENTES .....	1
2.1.	Actividades productivas identificadas .....	2
2.2.	Recopilación, revisión y análisis de la información .....	4
2.2.1.	Instrumentos de gestión ambiental .....	4
2.2.2.	Denuncias ambientales .....	4
2.2.3.	Coordinación entre el OEFA y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) .....	6
3.	OBJETIVOS .....	7
3.1	Objetivo general .....	7
3.2	Objetivos específicos .....	7
4.	ÁREA DE ESTUDIO .....	7
5.	CONTEXTO SOCIAL .....	8
5.1	Actores involucrados .....	9
5.2	Etapas establecidas en el reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA .....	10
6.	METODOLOGÍA .....	12
6.1	Aire .....	12
6.1.1	Guías utilizadas para la evaluación .....	12
6.1.2	Ubicación de puntos .....	12
6.1.3	Parámetros y métodos de análisis .....	13
6.1.4	Equipos utilizados .....	13
6.1.5	Aseguramiento de la calidad .....	14
6.1.6	Criterios de comparación .....	14
6.1.7	Procesamiento de datos .....	16
6.2	Estudios especializados .....	17
6.2.1	Modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos .....	17
7.	RESULTADOS .....	23
7.1	Calidad de aire .....	23
7.1.1	Parámetros meteorológicos .....	23
7.1.2	Relación entre días de quema controlada de caña azúcar y parámetros meteorológicos .....	25
7.1.3	Concentraciones de material particulado .....	29
7.1.5	Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) .....	36
7.1.6	Concentraciones de carbono (orgánico, elemental y total) .....	38



7.1.7	Relación entre concentraciones de PM <sub>2,5</sub> y PM <sub>10</sub> .....	38
7.1.8	Modelamiento de dispersión de contaminantes utilizando Screen3 .....	40
8.	DISCUSIÓN .....	52
8.1	Calidad de aire .....	52
9.	conclusiones.....	67
10.	RECOMENDACIONES .....	69
11.	ANEXOS .....	69
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1.</b>	Instrumentos de gestión ambiental de la empresa Agroaurora S.A.C. ....	4
<b>Tabla 2-2.</b>	Resultados del monitoreo de calidad de aire realizado en el 2015 por Agroaurora S.A.C. ....	4
<b>Tabla 2-3.</b>	Denuncias ambientales registradas en el Sinada .....	5
<b>Tabla 5-1.</b>	Actores sociales involucrados para el desarrollo de la evaluación ambiental.....	9
<b>Tabla 5-2.</b>	Ejecución de las etapas de participación ciudadana en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C., según cantidad y género de participantes .....	10
<b>Tabla 6-1.</b>	Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. ....	13
<b>Tabla 6-2.</b>	Parámetros considerados en la evaluación de la calidad del aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.....	13
<b>Tabla 6-3.</b>	Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de aire en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C. ....	14
<b>Tabla 6-4.</b>	Estándares de calidad ambiental para aire y métodos de análisis empleados (D.S. N.º 003-2017-MINAM).....	14
<b>Tabla 6-5.</b>	Estándares de calidad de aire de Canadá .....	15
<b>Tabla 6-6.</b>	Estándares de calidad ambiental para aire y métodos de análisis empleados (D.S. N.º 074-2001-PCM y D.S. N.º 003-2008-MINAM).....	15
<b>Tabla 6-7.</b>	Factor de conversión para gases, ppb a µg/m <sup>3</sup> .....	17
<b>Tabla 6-8.</b>	Combinaciones de velocidad del viento y clase de estabilidad usadas en el modelo Screen3 .....	19
<b>Tabla 6-9.</b>	Velocidades de viento registradas del 27 de octubre al 16 de noviembre de 2018, entre las 00:00 y 00:04 horas.....	20
<b>Tabla 6-10.</b>	Factores de emisión para la quema de caña .....	21
<b>Tabla 6-11.</b>	Factores de conversión recomendados para periodos de largo plazo .....	21
<b>Tabla 7- 1.</b>	Resumen de parámetros meteorológicos de los puntos de monitoreo .....	23
<b>Tabla 7-2.</b>	Identificación y área de los cuarteles cosechados por quema controlada de caña de azúcar.....	25
<b>Tabla 7-3.</b>	Parámetros meteorológicos registrados en el período de evaluación, en relación al horario de cosecha por quema controlada de caña de azúcar (0 – 6 h.).....	27
<b>Tabla 7-4.</b>	Material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C. ....	29
<b>Tabla 7-5.</b>	Resumen de los registros horarios de las concentraciones de gases .....	34



**Tabla 7-6.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad promedio entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>10</sub> ..... 41

**Tabla 7-7.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad máxima entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>10</sub> ..... 44

**Tabla 7-8.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad promedio entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>2,5</sub> ..... 47

**Tabla 7-9.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad máxima entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>2,5</sub> ..... 50

**Tabla 8-1.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando diferentes condiciones de entrada según EIA<sub>sd</sub> – PM<sub>10</sub> ..... 63

**Tabla 8-2.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando diferentes condiciones de entrada según EIA<sub>sd</sub> – PM<sub>2,5</sub> ..... 64

**Tabla 8-3.** Distancia de concentraciones críticas (km) de PM<sub>10</sub> desde zonas de quema hacia centros poblados ..... 66

**Tabla 8-4.** Distancia de concentraciones críticas (km) de PM<sub>2,5</sub> desde zonas de quema hacia centros poblados ..... 66

### ÍNDICES DE FIGURAS

**Figura 2-1.** Diagrama secuencial etapas del proyecto ..... 3

**Figura 6-1.** Progresión de la pluma en base a la turbulencia y parámetros de dispersión 18

**Figura 6-2.** Captura de pantalla de las opciones meteorológicas en Screen3 ..... 19

**Figura 6-3.** Captura de pantalla de las opciones de salida en Screen3 ..... 22

**Figura 6-4.** Corrida con datos de salida en Screen3 ..... 22

**Figura 7-1.** Rosa de vientos en los períodos de monitoreo del 27 de octubre al 16 de noviembre 2018 en el punto: **a)** HUA-CA-10; y del 4 al 16 de noviembre de 2018 en los puntos: **b)** SOJ-CA-07 y **c)** RIN-CA-01 ..... 25

**Figura 7-2.** Comparación de las concentraciones de PM<sub>10</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (D.S. N.º 074-2001-PCM) 150 µg/m<sup>3</sup> ..... 32

**Figura 7-3.** Comparación de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (DS N.º 003-2008-MINAM) 25 µg/m<sup>3</sup> ..... 33

**Figura 7-4.** Promedio de 24 horas de la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el punto de monitoreo VIV-CA-09. Condiciones estándar de 25°C y 1 atm. .... 34

**Figura 7-5.** Resumen de las concentraciones de SO<sub>2</sub> promedio de los datos obtenidos en el punto VIV-CA-09. a) Resumen de la concentración promedio por días. b) Resumen de la concentración promedio por horas. c) Resumen de la concentración promedio de los meses de octubre y noviembre. d) Resumen de la concentración promedio por días de semana. 35

**Figura 7-6.** Resumen de las concentraciones de CO promedio de los datos obtenidos en el punto VIV-CA-09. a) Resumen de la concentración promedio por días. b) Resumen de la concentración promedio por horas. c) Resumen de la concentración promedio del mes de marzo. d) Resumen de la concentración promedio por días de semana. .... 36

**Figura 7-7.** Relación de la concentración CT/PM<sub>10</sub> para los 6 puntos de monitoreo ..... 37

**Figura 7-8.** Concentración de carbono orgánico y elemental para los 6 puntos de monitoreo ..... 37

**Figura 7-9.** Relación entre la concentración de PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> (%) para los 6 puntos de monitoreo ..... 39



**Figura 8-1.** Diagrama de cajas de concentración en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, entre el periodo de monitoreo del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018. **a)** PM<sub>10</sub>, **b)** PM<sub>2,5</sub> y **b)** carbono total. .... 53

**Figura 8-2.** Rosa de vientos del punto SOJ-CA-07, registrada el 12 y 15 de noviembre de 2018..... 53

**Figura 8-3.** Cuarteles de caña de azúcar de Agroaurora S.A.C., que fueron cosechados mediante quema controlada entre el 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018, en el distrito La Huaca ..... 54

**Figura 8-4.** Cuarteles cosechados mediante quema controlada y cenizas encontradas en las calles de la ciudad de La Huaca y del centro poblado Pucusulá. a) 28 de noviembre de 2018. b) 29 de octubre de 2018. c) 9 de noviembre de 2018..... 55

**Figura 8-5.** Registros de temperatura y humedad en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación ..... 57

**Figura 8-6.** Registros de velocidades del viento (m/s) en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación ..... 58

**Figura 8-7.** Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto RIN-CA-01 para el periodo de evaluación ..... 59

**Figura 8-8.** Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto SOJ-CA-07 para el periodo de evaluación ..... 60

**Figura 8-9.** Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto HUA-CA-10 para el periodo de evaluación ..... 61



## 1. INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con aproximadamente 160 mil ha de cultivo de caña de azúcar, ubicadas en los departamentos de La Libertad, Ancash, Piura, Lambayeque, Lima y Arequipa. Esta actividad contribuye actualmente con el 3,6 % del PBI agrícola<sup>1</sup>; además, las condiciones climáticas y de suelo posibilitan que el cultivo se realice durante todo el año.

La empresa Agroaurora S.A.C. (en adelante, Agroaurora) se encuentra ubicada políticamente en el distrito Miguel Checa, provincia Sullana y en los distritos La Huaca y El Arenal, provincia Paita, departamento Piura. Esta empresa se dedica a actividades de tipo agrícola e industrial para producir y comercializar caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*), u otros subproductos obtenidos de su transformación. Sus actividades no se encuentran dentro de ninguna área natural protegida (ANP) o zona de amortiguamiento<sup>2</sup> registrada en el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp). En el 2018, la Municipalidad distrital Miguel Checa informó a la Defensoría del Pueblo que las actividades de quema de caña de azúcar de la agroindustria Agroaurora estarían generando una probable afectación respiratoria.

La empresa Agroaurora tiene proyectada una operación agroindustrial de caña de azúcar sobre 10 000 ha; estos terrenos fueron adquiridos de la empresa Fiduciaria S.A., quien puso en venta los activos de la empresa Maple Etanol S.R.L. dedicada a la producción de etanol anhidro. El proyecto tiene un componente agrícola y un componente agroindustrial, así como los procesos asociados que permitirán viabilizar la operación<sup>3</sup>.

Bajo este marco, el OEFA desarrolla evaluaciones ambientales con la finalidad de conocer el estado de la calidad ambiental de las áreas de influencia de actividades productiva (áreas de estudio). Su ejecución implica una serie de acciones que involucran la participación de la sociedad civil, las autoridades locales, los representantes de los administrados del OEFA, entre otros.

Por lo expuesto, en el marco de la función evaluadora a cargo de la Dirección de Evaluación Ambiental<sup>4</sup>, el OEFA durante el 2018 realizó una evaluación ambiental en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora. Como parte de esta evaluación se ejecutaron, del 25 al 29 de agosto del 2018, la visita de reconocimiento y la coordinación con la sociedad civil, con el objetivo de determinar los puntos de monitoreo de aire. En tanto, el taller de inducción y la presentación de la propuesta del Plan de monitoreo ambiental participativo se realizaron del 15 al 18 de octubre de 2018, mientras que el monitoreo ambiental se llevó a cabo del 25 de octubre al 18 de noviembre de 2018.

## 2. ANTECEDENTES

El estudio de impacto ambiental (EIA) semidetallado del proyecto: «Cultivo de caña y elaboración de azúcar» del 2016, que fue presentado por la empresa Agroaurora en la Municipalidad delegada del centro poblado de Jíbito, del distrito Miguel Checa, provincia Sullana. Luego de la presentación resumida del EIA, se dio pase a las

<sup>1</sup> Consultado el 14 de diciembre de 2018 <http://www.agronetworks.com.pe/produccion/item/621-produccion-de-cana-de-azucar-loqrara-cubrir-el-100-de-la-demanda-del-mercado-nacional-durante-el-2018>.

<sup>2</sup> Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto agroindustrial: "Cultivos de Caña de Azúcar y elaboración de Azúcar", aprobado mediante Resolución Directoral N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, el 19 de enero de 2017.

<sup>3</sup> Ídem

<sup>4</sup> Inciso "a" del artículo 11 de la Ley N.º 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.



intervenciones orales, donde se cuestionó y rechazó la práctica de quema controlada a razón de 10 hectáreas diarias a un kilómetro de la población más cercana. Los pobladores que libran una campaña permanente de defensa del medio ambiente y la salud de la población, debido a la contaminación por quema de broza de caña rechazan que se insista en esta práctica<sup>5</sup>.

La Defensoría del Pueblo en abril de 2016 identificó y categorizó como «caso nuevo de problemática socioambiental» a la exigencia de los pobladores de los distritos La Huaca (provincia Paita) y Miguel Checa (provincia Sullana) de que la empresa Agroaurora no realice cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada, debido a que el material particulado generado estaría afectando el ambiente y la salud de los pobladores<sup>6</sup>.

Mediante oficio N.º 420-2018-MDMCH, del 9 de agosto de 2018, el alcalde de la Municipalidad distrital de Miguel Checa informó a la Defensoría del Pueblo que el 8 y 9 de agosto, la empresa Agroaurora S.A.C. reinició sus actividades destinadas a la quema de caña de azúcar dentro de sus sembríos, lo cual estaría ocasionando malestar en los vecinos del distrito Miguel Checa, debido a la respiración del humo que se genera producto de la quema y a la cantidad de ceniza que cae dentro de sus viviendas al amanecer.

## 2.1. Actividades productivas identificadas

### 2.1.1. Agroindustrial: Agroaurora S.A.C.

El proyecto es integral y está compuesto por 2 componentes:

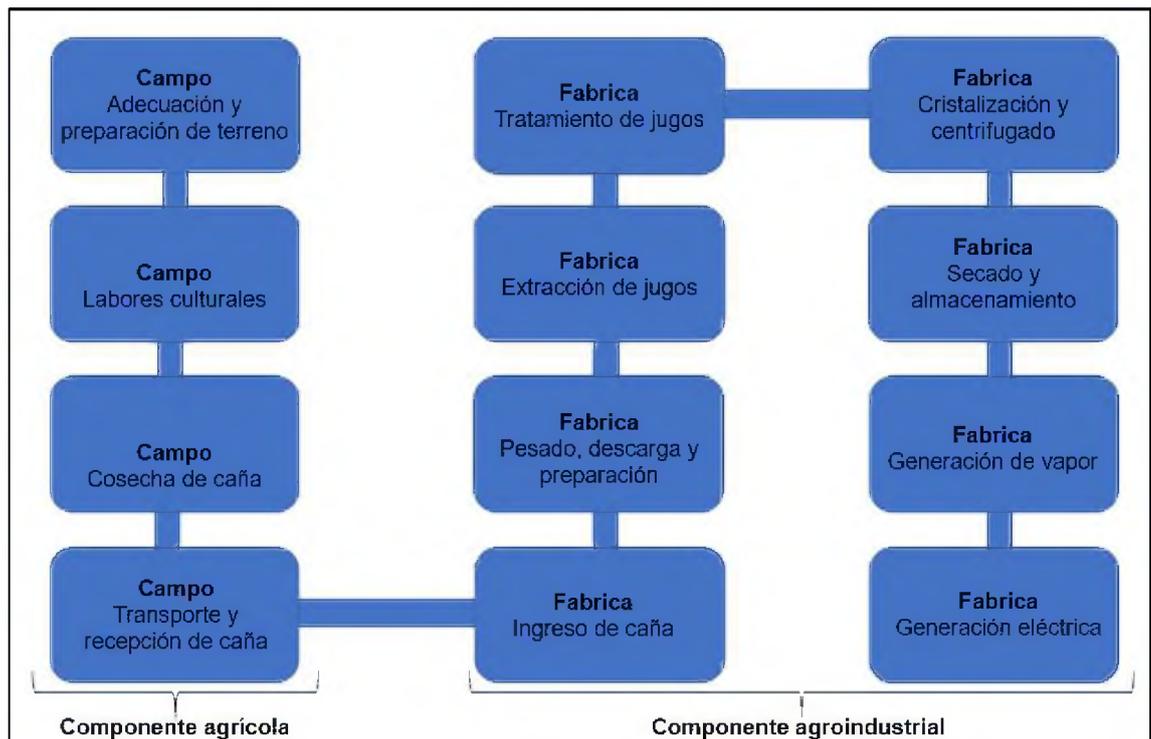
- Componente agrícola: Cultivo de caña de azúcar en 10 000 ha, mediante el riego por goteo proveniente de bombas y tuberías de aducción que extraen agua del río Chira.
- Componente agroindustrial: Contempla la operación de una planta para la fabricación de azúcar a partir de la caña de azúcar, con una capacidad instalada de 5400 toneladas de caña por día (TCD).

Actualmente, la empresa Agroaurora no realiza actividad industrial de elaboración de azúcar, dado que aún no ha construido su planta, por lo que no se estarían generando los impactos ambientales de esta fase<sup>7</sup>. A continuación, se describe brevemente cada etapa de estos dos componentes (Figura 2-1).

<sup>5</sup> Consultado el 9 de octubre de 2018  
<http://siar.regionpiura.gob.pe/index.php?accion=verDestacados&idevento=566&idtipoevento=4>.

<sup>6</sup> Defensoría del Pueblo. Diciembre de 2018. Reporte de conflictos sociales N.º 178. Adjuntía para la Prevención de Conflictos Sociales y la Gobernabilidad

<sup>7</sup> Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto agroindustrial: "Cultivos de Caña de Azúcar y elaboración de Azúcar", aprobado mediante Resolución Directoral N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, el 19 de enero de 2017.



**Figura 2-1.** Diagrama secuencial etapas del proyecto

Fuente: ElAsd de la empresa Agroaurora S.A.C.

Adecuación, preparación y siembra de caña de azúcar: para la siembra en las 10 000 ha se requieren 13,5 toneladas de semilla por hectárea. La semilla será proveída de un semillero en la zona del proyecto. Durante esta etapa se realizará la fertilización, y la cantidad de nutrientes requeridos serán aplicados según el tipo de suelo.

Cosecha de caña de azúcar: las cañas-planta se cosecharán a una edad de 16 meses y las cañas-socas a 14 meses. Los rendimientos para las cañas-planta o de primer corte se estiman en 130 Tn/ha en promedio, teniendo en cuenta que se utilizará riego tecnificado y se está fertilizando a través del mismo sistema. En este sentido, realizarán su cosecha de dos maneras:

- Cosecha mecanizada en verde (sin quema): cuenta con un total de 460,582 ha, en áreas delimitadas para realizar cosecha mecanizada en verde (sin quema).
- Cosecha mecanizada mediante quema programada: la obligación ambiental del administrado consiste en no realizar actividades de quema controlada en áreas contiguas a centros poblados y vías principales intermunicipales a una distancia mínima de 1562,46 m respecto al casco urbano y 80 m respecto al eje de vías principales. Se realizará en aquellos campos de caña de azúcar donde se emplee la quema para realizar la cosecha, bajo la modalidad manual o mecanizada, y comprende desde la elaboración del programa de cosecha hasta la conformidad de la quema de caña.

El corte y carguío será mecanizado al utilizar un equipo diseñado para cortar la caña al ras del suelo. Se eliminará el cogollo (hojas superiores) y se cortarán los tallos en trozos de aproximadamente 0,50 m (en algunos casos en 0,30 m), los cuales se depositarán en carretas para su traslado a la fábrica. Considerando que el área efectiva para caña será aproximadamente 10 000 ha y se manejarán edades de 16



meses, la cosecha anual equivaldrá a un 75 % del total área sembrada. Con 330 días de operación al año, se llegaría a un programa de cosecha anual promedio de 6 375 ha/año, con una cuota diaria de 19,31 ha/día.

El transporte y recepción de la caña se dará desde los campos de cultivo hacia la planta, en camiones tipo tráiler con remolque. Toda la caña que llegue será pesada y, automáticamente, el día y la hora serán conectados al peso de entrada y salida del vehículo. Los remolques cargados con caña serán separados del tráiler o remolcador y estacionados en un área especialmente preparada. La cantidad total de tráileres en el área de estacionamiento será tal que la cantidad total de caña en espera de ser descargada mantendrá sin interrupción la entrega de caña a la planta.

## 2.2. Recopilación, revisión y análisis de la información

### 2.2.1. Instrumentos de gestión ambiental

Se realizó la revisión y el análisis de los documentos detallados en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1.** Instrumentos de gestión ambiental de la empresa Agroaurora S.A.C.

N.º	Administrado	Título del IGA	Número de resolución aprobada por la Autoridad competente	Fecha de aprobación
1	Agroaurora S.A.C.	Estudio de Impacto Ambiental semidetallado	R.D. N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM	19/01/2017

Los resultados de los monitoreos de calidad de aire realizados por Agroaurora S.A.C. en el 2015 (por un periodo de 3 días, un día en cada punto de monitoreo) se muestran en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2.** Resultados del monitoreo de calidad de aire realizado en el 2015 por Agroaurora S.A.C.

Código de estación	Descripción	Junio 2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )					
		PM-10	PM-2.5	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
PMCA-JIBITO	Techo del coliseo municipal en el centro poblado Jíbito	23,37	16,19	2432,8	<4,0	<13,0	<2,0
PMCA-SOJO	Techo de la vivienda N.º 541, Calle 09 de Noviembre, en el centro poblado Sojo	15,60	14,48	15445,9	<4,0	<13,0	<2,0
PMCA-MACACARA	Techo de la vivienda ubicada en la Mz A. lote 33, en el centro poblado Macacara	0,96	0,43	1247,2	<4,0	<13,0	<2,0
<b>ECA Aire – D.S. N.º 074-2001-PCM (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>		<b>150</b>	<b>-</b>	<b>10000</b>	<b>200</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ECA Aire – D.S. N.º 003-2008-MINAM (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>		<b>-</b>	<b>25</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>150</b>

Fuente: ElAsd Agroaurora S.A.C.

En la tabla anterior, se observa que los resultados de PM-10, PM-2.5, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S no exceden lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire establecidos en los Decretos Supremos N.º 074-2001-PCM y N.º 003-2008-MINAM.

### 2.2.2. Denuncias ambientales

El Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (Sinada) cuenta con 14 denuncias presentadas en los distritos que pertenecen al ámbito de influencia de Agroaurora, entre 2015 y 2018, las cuales están relacionadas a la afectación de la calidad ambiental del aire, por la quema de caña de azúcar (Tabla 3-4).



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 2-3. Denuncias ambientales registradas en el Sinada**

N.º	Código Sinada	Año	Descripción de hechos
1	SC-0383-2018	2018	El denunciante indica: «presunta contaminación ambiental producida por la quema de caña de azúcar de la empresa Agroaurora SAC ubicada en la carretera Paita a Sullana, produciendo humo y material particulado en los centros poblados 31 de octubre y Fátima del distrito La Huaca, los días 15, 20 y 23 de abril de 2018, entre las 7 y 9 hr., afectando a los pobladores de dicha zona».
2	ODPI-0019-2018		El denunciante indica: «en la madrugada del 26 de marzo de 2018, aproximadamente a las 02:00 hr., en el centro poblado de Viviate se produjo la caída de ceniza producto de la quema de caña de los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC, dicho esparcimiento de material particulado produce malestar a la población, ensuciando las calles y casas, generando problemas respiratorios en los menores»
3	ODPI-0005-2018		El denunciante indica: «el día lunes 23 de enero de 2018, aproximadamente a las 01:50 hr. el personal de seguridad ciudadana de la Municipalidad distrital de Miguel Checa reportan la quema de caña en los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC, generando la emisión de humo y cenizas, afectando a la salud de la población».
4	ODPI-0004-2018		El denunciante refiere: «El día 16 de enero de 2018, aproximadamente a las 22:00 hr., se produjo la quema de caña de azúcar en los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC, dicha quema se extendió hasta la madrugada del día 17 de enero de 2018, lo cual se apreciaba desde los centros poblados Santa Rosa, Nomara, 31 de octubre y Viviate, en donde la población se verá afectada por la emisión de humo y material particulado (ceniza) en el ambiente, el mismo que ensucian las calles y viviendas, así como en los depósitos de agua de los pobladores».
5	SC-0061-2018		El denunciante indica: «presunta contaminación ambiental por emisión de humo debido a la quema de caña de azúcar que estaría realizando la empresa Agroaurora SAC y que estaría afectando a los vecinos del centro poblado Viviate».
6	ODPI-0015-2017	2017	El denunciante refiere lo siguiente: «en la madrugada del día 17 de junio de 2017, desde la parte alta del centro poblado Viviate del distrito La Huaca, se observa la emisión de humo productos de la quema de caña en los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC.; asimismo, se logró observar algunas llamas de fuego a la altura del camino de las antenas de alta tensión que son servidumbre de paso. dicha quema ha generado que el humo llegará hasta las casas del centro poblado de Viviate e incluso que la ceniza producida se esparciera por todo el centro poblado».
7	ODPI-0010-2017		La municipalidad distrital La Huaca denuncia que «la quema de broza de caña de azúcar en los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC, los días 26 de abril y 02 de mayo de 2017, generando una nube de humo negro que se mantuvo en la zona durante todo el día y el siguiente. asimismo, manifiestan que dichos actos de quema de caña atentan contra el medio ambiente y la salud de los pobladores de los centros poblados aledaños».
8	ODPI-0009-2017		El denunciante indicó que: «el día 22 de marzo de 2017, la empresa Agroaurora realizó la quema de broza de caña de azúcar, formando una inmensa nube de humo negro la cual se mantuvo durante todo el día, lo cual atenta contra el ambiente, en especial a los pobladores de los centros poblados cercanos, donde se esparce gran cantidad de ceniza que causa graves daños a la salud de la población».



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

N.º	Código Sinada	Año	Descripción de hechos
9	ODPI-0020-2016	2016	El denunciante indicó: «la presunta contaminación ambiental por parte de la empresa Agroaurora SAC, por la quema de cúmulos de broza de caña de azúcar en sus campos de cultivo producto de la limpieza de sus campos de cultivo, la quema se ha producido en los terrenos que colindan con las torres de alta tensión de la línea eléctrica del Mantaro Talara - Piura, siendo que dicha quema de broza de caña seca, genera la emisión de humo durante toda la noche perjudicando la salud de los pobladores del sector».
10	ODPI-0015-2016		El denunciante indicó: «presunta contaminación ambiental generada por la emisión de gases y humos, producto de la quema de broza de caña de azúcar en los campos de cultivo de la empresa Agroaurora SAC, situación que estaría perjudicando la salud de las familias que moran en dicho sector, así como la visibilidad de los vehículos que transitan la carretera Paita - Sullana, a la altura de los anexos de Buenaventura y Pucusulá en el distrito La Huaca».
11	SC-0160-2016		El denunciante indicó: «contaminación ambiental por la quema de caña de azúcar que estaría generando la emisión de humo tóxico y la lluvia de ceniza que cae sobre los centros poblados de Viviate y Nomara, distrito La Huaca, provincia de Paita».
12	SC-0100-2016		El denunciante indicó: «el día 19 de enero de 2015, la empresa Agroaurora SAC realizó la quema de caña de azúcar generando una nube negra que conlleva al esparcimiento de cenizas en los alrededores, afectando a la población del asentamiento humano Fátima, del distrito La Huaca».
13	SC-0438-2015	2015	El denunciante indicó: «la quema de más de 200 hectáreas de campos de cultivo de caña de azúcar ocurrido el día 13 de agosto de 2015. Los hechos han sido denunciados ante la Fiscalía de Prevención del Delito. Además, indica que el responsable es la empresa Agroaurora SAC, la cual ha adquirido los bienes de la empresa Maple Etanol SRL».
14	ODPI-0037-2015		El denunciante indicó: «la presunta contaminación ambiental originada por la quema de los cultivos de caña de azúcar de los terrenos Agroaurora SAC., ubicados frente al caserío de Jíbito y que se extienden hasta los caseríos de Buenaventura y Pucusulá, generando una humareda que dificulta la normal respiración en las poblaciones aledañas, que dicha situación se ha producido durante 06 madrugadas ininterrumpidas».

### 2.2.3. Coordinación entre el OEFA y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

El 4 de octubre de 2018, mediante oficio N.º 523-2018-OEFA/DSAP, dirigido a la Directora de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – Senamhi, en virtud del convenio de cooperación interinstitucional celebrado el 2 de julio de 2018, se solicitó la colaboración, a efectos de realizar el modelamiento de calidad de aire de los resultados obtenidos de las acciones programadas de monitoreo de calidad de aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C., ubicada en los distritos de La Huaca y el Arenal, provincia Paita y el distrito Miguel Checa, provincia Sullana, departamento Piura.

El 7 de noviembre de 2018, mediante oficio N.º 281-2018/SENAMHI-DMA, dirigido a la Directora de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas del Organismo de Evaluación ambiental – OEFA, el Senamhi indica las acciones que realizará para el modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos en el ámbito de Agroaurora S.A.C., en virtud del convenio firmado entre Senamhi y OEFA.



Mediante oficio N.º D000153-2019-SENAMHI-PREJ del 4 de marzo de 2019, el Senamhi remitió al OEFA, el estudio «Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura» (Anexo G), correspondiente al modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar de Agroaurora S.A.C., Piura. Para el modelamiento se empleó el software Aermol, el cual es un modelo Gaussiano de pluma en estado estacionario que simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición; realiza cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de edificios cercanos a la gente de emisión, las cuales pueden afectar la dispersión de la pluma. Cabe precisar que dicho software de modelamiento de contaminantes atmosféricos fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.

#### 3.2 Objetivos específicos

Determinar la calidad de aire bajo la influencia de las emisiones de la quema de biomasa (caña de azúcar).

Estimar las distancias mínimas de quema de caña de azúcar hacia poblaciones cercanas a partir de las cuales se superaría los ECA de aire, considerando la evaluación realizada por la DEAM y el modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos realizado por el Senamhi.

### 4. ÁREA DE ESTUDIO

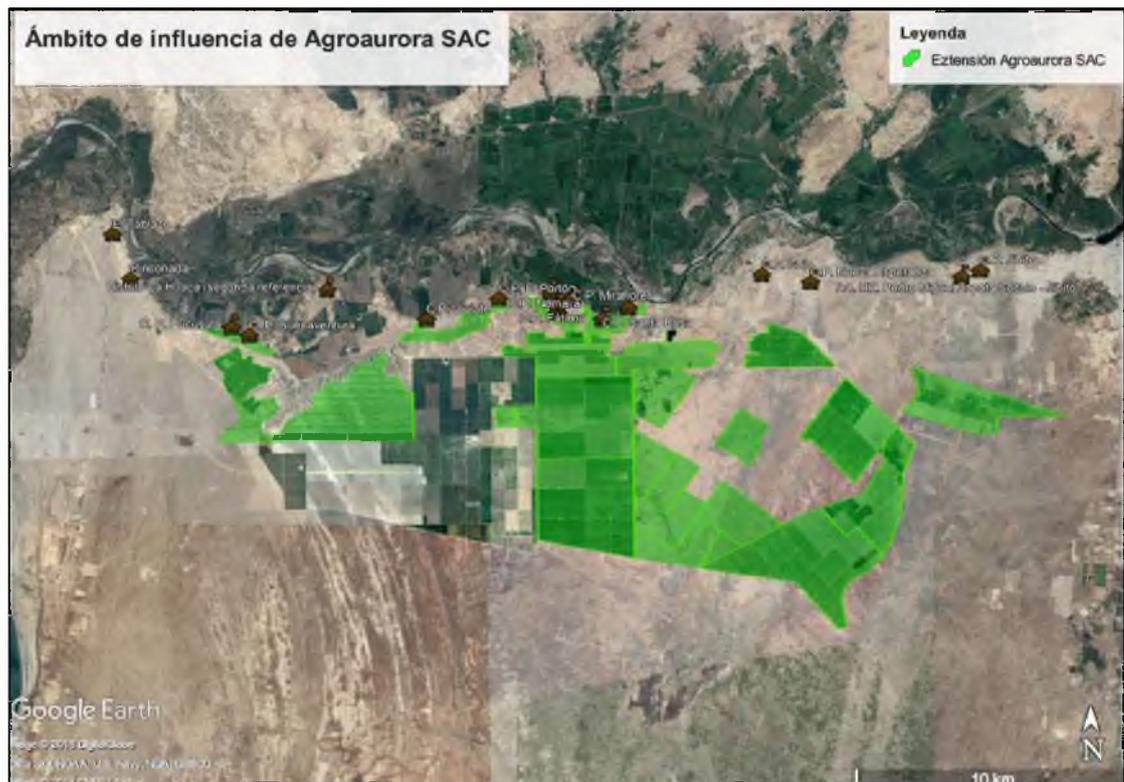
Agroaurora S.A.C. es una empresa que desarrolla actividades de la industria manufacturera y cuenta con 2 componentes:

Componente agrícola: Cultivo de caña de azúcar en 10 000 ha, mediante el riego por goteo proveniente de bombas y tuberías de aducción que extraen agua del río Chira.

Componente agroindustrial: Contempla la operación de una planta de fabricación de azúcar a partir de la caña de azúcar con una capacidad instalada de 5400 toneladas de caña por día<sup>8</sup> (aún no se encuentra en operación).

Agroaurora S.A.C. desarrolla sus actividades en el departamento de Piura, en los distritos de La Huaca y El Arenal pertenecientes a la provincia de Paita y en el distrito de Miguel Checa perteneciente a la provincia de Sullana (Figura 4-1).

<sup>8</sup> Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto "Cultivos de Caña de Azúcar y Elaboración de Azúcar – Agroaurora SAC"



**Figura 4-1.** Ubicaci3n de Agroaurora S.A.C. en el distrito Miguel Checa, provincia Sullana y en los distritos La Huaca y El Arenal, provincia Paita, departamento Piura

El clima en el 3rea de influencia del Proyecto es c3lido y seco y se caracteriza por tener temperaturas promedio de 32 °C, con presencia de precipitaciones los meses de diciembre a abril; en los dem3s meses del a3o la temperatura oscila entre 26 °C y 16 °C, sin presencia de lluvias<sup>9</sup>.

## 5. CONTEXTO SOCIAL

La informaci3n sobre el contexto social fue obtenida mediante la revisi3n de fuentes bibliogr3ficas, la que fue complementada con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento (previa al desarrollo de la evaluaci3n ambiental) y durante las etapas previas a su ejecuci3n.

Para la ejecuci3n de la evaluaci3n ambiental se tomaron en cuenta las etapas indicadas en el «Reglamento de participaci3n ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA<sup>10</sup>», que se detallan a continuaci3n:

- Etapa 1. Coordinaci3n previa con los actores involucrados.
- Etapa 2. Convocatoria.
- Etapa 3. Inscripci3n en los programas de inducci3n.

<sup>9</sup> Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto agroindustrial: “Cultivos de Ca3a de Az3car y elaboraci3n de Az3car”, aprobado mediante Resoluci3n Directoral N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, el 19 de enero de 2017.

<sup>10</sup> Resoluci3n de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD, “Aprueban el Reglamento de participaci3n ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluaci3n y Fiscalizaci3n Ambiental – OEFA”, del 2 de setiembre de 2014, modificada mediante Resoluci3n de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD.



- Etapa 4. Realización de la inducción.
- Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del Plan del Monitoreo Ambiental Participativo.
- Etapa 6. Ejecución del Monitoreo Ambiental Participativo.
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado.

A continuación, se describen las actividades de la visita de reconocimiento, considerada como la etapa inicial, previa a las etapas descritas en el reglamento mencionado.

- Visita de reconocimiento

La visita de reconocimiento es una etapa adicional, previa al inicio de la evaluación; fue realizada del 25 al 29 de setiembre de 2018. Su objetivo fue establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona, conocer su percepción respecto a la realización de la evaluación, además de reconocer técnica y logísticamente el área de intervención. Toda esta información, junto con el conocimiento de la situación social y ambiental del área de monitoreo, la existencia de conflictos, y las principales actividades económicas, entre otras. Esta información facilitarían el desarrollo de la evaluación ambiental en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C.

Durante la visita de reconocimiento se identificaron a los principales actores involucrados, sosteniéndose reuniones (anexo A) con representantes de las siguientes instituciones:

- Municipalidad distrital de Miguel Checa.
- Municipalidad distrital El Arenal.
- Municipalidad distrital La Huaca.
- Municipalidad provincial de Paita.
- Municipalidad provincial de Sullana.

Las reuniones permitieron recoger la percepción de los participantes respecto a la realización del monitoreo, así mismo se recorrió técnica y logísticamente el área de intervención, con especial énfasis en los centros poblados Sojo y Jíbito (distrito Miguel Checa, provincia Sullana), 31 de Octubre, Viviate, Pucusulá, La Huaca, Buenaventura, Nomara y Fátima (distrito La Huaca, provincia Paita), Rinconada, Nueva Tahona y El Tablazo (distrito El Arenal, provincia Paita) departamento de Piura.

## 5.1 Actores involucrados

Los actores involucrados en el desarrollo de la evaluación ambiental, en el marco del reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA, se consignan en la Tabla 5-1.

**Tabla 5-1.** Actores sociales involucrados para el desarrollo de la evaluación ambiental

Institución	Distrito	Provincia	Departamento
Oficina Desconcentrada - Piura (OEFA)	Piura	Piura	Piura
Agroaurora S.A.C.	Sullana	Sullana	
Municipalidad distrital Miguel Checa	Miguel Checa	Sullana	
Municipalidad distrital La Huaca	La Huaca	Paita	



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

Institución	Distrito	Provincia	Departamento
Municipalidad distrital El Arenal	El Arenal	Paita	
Municipalidad provincial de Sullana	Sullana	Sullana	
Municipalidad provincial de Paita	Paita	Paita	

A continuación, se detalla información sobre el desarrollo de las etapas del Reglamento de participación ciudadana; además se incluye la información de la visita de reconocimiento y se consignan los actores involucrados en la evaluación ambiental.

En la Tabla 5-2 se muestra la cantidad de personas por género que participaron en cada una de estas etapas y en las acciones de monitoreo ambiental de la evaluación ambiental en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C., realizada entre octubre y noviembre del 2018.

**Tabla 5-2.** Ejecución de las etapas de participación ciudadana en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C., según cantidad y género de participantes

Etapas	Fecha	Participantes varones	Participantes mujeres	Total
Etapas preliminar Visita de reconocimiento <sup>(A)</sup>	Del 25 al 29 de septiembre de 2018	29	13	42
Etapas 1. Coordinación previa con los actores involucrados				
Etapas 2. Convocatoria <sup>(B)</sup>	Del 15 al 18 de octubre de 2018	72	66	138
Etapas 3. Inscripción en los programas de inducción				
Etapas 4. Realización de la inducción				
Etapas 5. Taller para la presentación de la propuesta del plan	Del 25 de octubre al 18 de noviembre de 2018	9	5	14
Etapas 6. Ejecución del monitoreo				
Etapas 7. Taller para la presentación de resultados <sup>(C)</sup>	Aún sin fecha definida	-	-	-

Fuente: Anexo A – Participación ciudadana

- No se cuenta con registro

(A) Esta etapa no se encuentra considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio

(B) La convocatoria se realizó mediante difusión por altoparlantes en los diferentes centros poblados

(C) Esta etapa se llevará a cabo el primer semestre de 2019

## 5.2 Etapas establecidas en el reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA

A continuación, se describirán las fechas en las que se realizaron cada una de las etapas y principales acuerdos que se tomaron.



- **Etapa 1 – Etapa 3. Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e inscripción a los programas de inducción**

Estas etapas fueron desarrolladas del 25 al 29 de setiembre de 2018, periodo durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa en las municipalidades distritales de Miguel Checa, La Huaca y El Arenal, y en las municipales provinciales de Paita y Sullana, de igual manera se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción.

En dichas reuniones, se determinó lo siguiente:

- La evaluación se realizaría en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C.
- Se concretaron las fechas y lugares para la convocatoria, la realización de los talleres de inducción y de la presentación de la propuesta del plan de evaluación, y luego se reconocieron algunos posibles puntos de monitoreo de calidad de aire.
- Se definieron los lugares en los que se dejarían las listas de inscripción.

La difusión fue realizada mediante comunicaciones formales y altoparlantes, convocándose a los principales actores sociales.

- **Etapa 4 – Etapa 5. Convocatoria e inscripción a los programas de inducción, realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta de la evaluación ambiental.**

Estas etapas se realizaron del 15 al 18 de octubre de 2018, y tuvieron lugar en los distritos de Miguel Checa, La Huaca y El Arenal.

Durante la inducción, el OEFA informó sobre las competencias de fiscalización ambiental a su cargo, los alcances del reglamento que regula la participación ciudadana en las acciones de monitoreo, los derechos y deberes de los participantes, y los lineamientos y procedimientos para la toma de muestras.

Inmediatamente después de la inducción, se continuó con el taller de presentación de la propuesta del plan de evaluación. Durante esta, se explicó lo siguiente:

- Los objetivos del monitoreo.
- Los criterios para la elección de los puntos de monitoreo.
- La metodología para la recolección de muestras y mediciones en campo.
- La metodología que se aplicará para la evaluación de los resultados obtenidos.
- Los alcances de la participación ciudadana durante las labores de monitoreo a realizarse.
- Otros aspectos de interés.



Al finalizar cada una de estas reuniones, se validaron los puntos de monitoreo propuestos con acompañamiento de la población.

Los acuerdos tomados estuvieron relacionados principalmente con las fechas de monitoreo y los participantes que acompañarían al OEFA durante su ejecución.

- **Etapas 6. Ejecución de la evaluación ambiental.**

Esta etapa se desarrolló del 25 de octubre al 18 de noviembre de 2018. Durante esta, se realizó el monitoreo de calidad de aire en los puntos de monitoreo determinados en las etapas previas a la ejecución de la evaluación ambiental. Los representantes de los centros poblados elegidos previamente acompañaron a los especialistas del OEFA durante el monitoreo de calidad de aire.

Cabe señalar que las actas y listas de participantes correspondientes se encuentran en el Anexo A.

## 6. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en la evaluación ambiental del componente aire, en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C., contempló la realización de un monitoreo ambiental de calidad de aire, entre octubre y noviembre de 2018.

### 6.1 Aire

La evaluación de la calidad de aire contempló el monitoreo de material particulado  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ ;  $CO$ ,  $SO_2$  y análisis de metales, carbono orgánico y elemental en  $PM_{10}$ , con la finalidad de determinar sus concentraciones y compararlas con normas nacionales y, algunos parámetros, con normas internacionales.

#### 6.1.1 Guías utilizadas para la evaluación

El monitoreo de la calidad del aire en el área de estudio se realizó tomando como referencia el «Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos» de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)<sup>11</sup>, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 1404/2005/DIGESA/SA.

De este protocolo, se han considerado las recomendaciones dadas en el capítulo 10 «Selección de sitios de muestreo», capítulo 11 «Implementación de las estaciones de monitoreo», capítulo 12 «Operación y mantenimiento de la estación» y capítulo 13 «Aseguramiento y control de la calidad del monitoreo».

#### 6.1.2 Ubicación de puntos

En la Tabla 6-1 se describen los puntos de monitoreo de calidad de aire considerados en la evaluación ambiental (ver Anexo B).

<sup>11</sup> Quien, a partir del 2016, cambió su denominación a Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

**Tabla 6-1.** Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.

N.º	Punto de monitoreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	RIN-CA-01	497488	9457426	120	Centro poblado Rinconada, distrito El Arenal, provincia de Paita
2	JIB-CA-05	527723	9457330	96	Centro poblado Jíbito, distrito de Miguel Checa, provincia Sullana
3	SOJ-CA-07	520434	9457395	79	Centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia Sullana
4	31 OCT-CA-08	513308	9456123	100	Centro poblado 31 de Octubre, distrito de La Huaca, provincia Paita.
5	VIV-CA-09	508883	9456061	86	Centro poblado Villa Víviate, distrito de La Huaca, provincia Paita
6	HUA-CA-10	504391	9456763	88	Centro poblado La Huaca, distrito de La Huaca, provincia Paita.

### 6.1.3 Parámetros y métodos de análisis

Se consideró evaluar material particulado en las fracciones con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) y menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ ); y los gases CO y  $SO_2$ <sup>12</sup>.

Adicional a los parámetros anteriores, con la finalidad de caracterizar el material particulado, se analizaron los metales en  $PM_{10}$ : aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), bismuto (Bi), boro (B), calcio (Ca), cadmio (Ca), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), fósforo (P), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), potasio (K), selenio (Se), silicio (Si), sodio (Na), plomo (Pb), talio (Tl), titanio (Ti), vanadio (V) y zinc (Zn).

**Tabla 6-2.** Parámetros considerados en la evaluación de la calidad del aire en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.

N.º	Parámetros a evaluar	Puntos de monitoreo	Metodología utilizada en el análisis
1	Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )	6	Separación inercial / filtración (gravimetría)
2	Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ )	6	Separación inercial / filtración (gravimetría)
3	Metales en $PM_{10}$	6	Espectrometría de plasma / espectrofotómetro de emisión óptico (ICP/OES)
4	Dióxido de azufre ( $SO_2$ )	1	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
5	Monóxido de carbono (CO)	1	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
6	Carbono total (CT)	6	Oxidación de los compuestos de carbono en muestra por Coulombimetría
7	Carbono orgánico (CO)	6	
8	Carbono elemental (CE)	6	

### 6.1.4 Equipos utilizados

Para el monitoreo de la calidad del aire se utilizaron muestreadores de concentración masiva de partículas y de bajo volumen de flujo, además de estaciones meteorológicas y analizadores automáticos de gases, los cuales se detallan en la Tabla 6-3. Los certificados de calibración figuran en el reporte de campo (Anexo B).

<sup>12</sup> Mayores detalles se presentan en la Tabla 6-2.

**Tabla 6-3.** Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de aire en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C.

Equipos	Marca	Modelo	Serie	N.º de certificado de calibración
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P5803PM10-1	-
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P5592PM10-1	-
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P9313X	-
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P9310X	-
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P9306X	-
Muestreador de concentración masiva de partículas: Venturi	Thermo Scientific	G10557	P9317X	-
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2080	LF-3862017
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2082	LF-4292017
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2083	LF-4502017
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2084	LF-2152018
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2081	LF-2192018
Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200	2086	LF-2182018
Manómetro de agua	S/C	S/C	S/C	S/C
Manómetro de agua	S/C	S/C	S/C	S/C
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro2	BB171204030	-
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro2	AZ170228024	-
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro2	AK130912052	-
Analizador automático de CO	Thermo Scientific	481-BNSAB	1009241441	-
Analizador automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	431-BZSCA	0825231929	-

### 6.1.5 Aseguramiento de la calidad

El laboratorio Certimin S.A. realizó duplicados de análisis de ensayo en los filtros PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> cada 10 muestras.

### 6.1.6 Criterios de comparación

Los resultados de calidad de aire fueron comparados con los estándares de calidad ambiental para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM (en adelante ECA para aire). En la Tabla 6-4 se precisan los parámetros, los periodos de evaluación y sus concentraciones expresadas en µg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 6-4.** Estándares de calidad ambiental para aire y métodos de análisis empleados (D.S. N.º 003-2017-MINAM)

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación	
Material particulado menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 h	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (gravimetría)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 h	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (gravimetría)
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	24 h	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Monóxido de carbono (CO)	8 h	10 000	Media aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)



Dado que los ECA para aire no consideran concentraciones de metales para un periodo de 24 horas, se empleó las normas de calidad de aire de Canadá (Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012) como estándares de referencia. En la Tabla 6-5 se precisa los valores referenciales de las concentraciones para metales.

**Tabla 6-5.** Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo promedio
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24 h
7784-42-1	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24 h
7440-41-7	Berilio y compuestos de berilio	0,01	24 h
7440-42-8	Boro	120	24 h
7440-43-9	Cadmio y compuestos de cadmio	0,025	24 h
7440-48-4	Cobalto	0,1	24 h
7440-50-8	Cobre	50	24 h
7440-47-3	Cromo y compuestos de cromo (metálico, formas divalente y trivalente)	0,5	24 h
15438-31-0	Hierro (metálico)	4	24 h
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24 h
7439-96-5	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	24 h
7439-97-6	Mercurio (Hg)	2	24 h
7439-98-7	Molibdeno	120	24 h
7440-02-0	Níquel y compuestos de níquel	0,1	24 h
7782-49-2	Selenio	10	24 h
7440-22-4	Plata	1	24 h
7440-24-6	Estroncio	120	24 h
7440-31-5	Estaño	10	24 h
7440-32-6	Titanio	120	24 h
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	24 h
7440-62-2	Vanadio	2	24 h
7440-66-6	Zinc	120	24 h

Fuente: Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC) – abril 2012

Disponible en: [www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf](http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf)

Adicionalmente, los resultados de calidad de aire se compararon con las normas con las que fue aprobado su IGA, es decir, con los ECA para aire del Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM, para el parámetro  $\text{PM}_{10}$ ; y con los ECA para aire del Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM, para el parámetro  $\text{PM}_{2,5}$  (Tabla 6-6).

**Tabla 6-6.** Estándares de calidad ambiental para aire y métodos de análisis empleados (D.S. N.º 074-2001-PCM y D.S. N.º 003-2008-MINAM)

Parámetro	Periodo	Formato del estándar			Método de análisis
		D.S. N.º 074-2001-PCM	D.S. N.º 003-2008-MINAM	Criterios de evaluación	
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
Material particulado menor a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ )	24 h	150	-	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (gravimetría)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $\text{PM}_{2,5}$ )	24 h	-	25	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (gravimetría)
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	24 h	-	20	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Monóxido de carbono (CO)	8 h	10 000	-	Media aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)



### 6.1.7 Procesamiento de datos

El procesamiento y análisis de datos se realizó de la siguiente manera:

- Cálculo de las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, metales

El registro horario de la dirección y velocidad de viento se sistematizó para la elaboración de los diagramas denominados rosa de vientos, los cuales representan la dirección y velocidad de viento en un plano polar con las coordenadas geográficas en un determinado punto de monitoreo (Ahrens, 2012).

Las muestras de material particulado obtenidas en los filtros de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> fueron enviadas a un laboratorio acreditado para su pesado y el análisis de metales en filtros PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Adicionalmente, para la determinación de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, se calculó el flujo según la siguiente ecuación:

$$Q_{std} = Q_a \left( \frac{P_{av}}{T_{av}} \right) \left( \frac{T_{std}}{P_{std}} \right) \quad (6-1)$$

Donde:

$Q_{std}$  = Flujo promedio (m<sup>3</sup>/min) a condiciones de referencia indicadas (25 °C y 101,3 kPa)

$Q_a$  = Flujo promedio (m<sup>3</sup>/min) a condiciones ambientales

$P_{av}$  = Presión barométrica promedio durante el período de muestreo o presión barométrica promedio para el lugar de muestreo (kPa ó mm de Hg)

$T_{av}$  = Temperatura ambiente promedio durante el período de muestreo o temperatura ambiente estacional promedio para el lugar de muestreo (°K)

$T_{std}$  = Temperatura estándar (298 °K)

$P_{std}$  = Presión estándar (101,3 kPa o 760 mm de Hg)

Una vez calculado el flujo promedio, se procedió a calcular el volumen total de aire muestreado, el cual se obtuvo de la ecuación 6-2.

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \quad (6-2)$$

Donde:

$V_{std}$  = Total de aire muestreado en unidades patrón de volumen (m<sup>3</sup>)

$t$  = Tiempo de muestreo (min)

Sobre la base de la diferencia de pesos (muestra/filtro) reportados por el laboratorio y los parámetros meteorológicos de presión y temperatura registrados en el lugar de muestreo (Anexo 3), se calculó la concentración de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen, de acuerdo con la ecuación 6-3<sup>13</sup> obtenida de la metodología para la determinación de material particulado indicada en la Tabla 6-2.

$$C_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std} \quad (6-3)$$

Donde:

$C_{PM_{10}}$  = Concentración de PM<sub>10</sub> o PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

$W_f - W_i$  = Diferencia de pesos final e inicial del filtro (g)

$V_{std}$  = Volumen de aire muestreado a condiciones estándar (m<sup>3</sup>)<sup>14</sup>

<sup>13</sup> NTP 900.030 - 2003. Gestión Ambiental. Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM<sub>10</sub> en la atmósfera.

<sup>14</sup> Condición estándar: 1 atmósfera de presión y 25 °C de temperatura para la medición de volúmenes de los gases.



De manera análoga, se determinaron las concentraciones de metales totales en el aire en los puntos de monitoreo, de acuerdo con la ecuación 6-4.

$$C_{Metal\ o\ ion} = 10^6 \cdot (W_{metal}) / V_{std} \quad (6-4)$$

Donde:

$C_{metal\ o\ ion}$  = Concentración del metal o ion ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$W_{metal}$  = Peso del metal o ion en gramos (g)

$V_{std}$  = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en ( $\text{m}^3$ )

- **Cálculo de las concentraciones de  $\text{SO}_2$  y CO**

El monitoreo continuo de gases de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y monóxido de carbono (CO) se ha realizado mediante la instalación de analizadores automáticos solo en el punto de monitoreo (VIV-CA-09).

Las concentraciones de aire deben ser medidas por volumen o masa. Los analizadores utilizados miden por volumen en partes por billón (ppb). Estas mediciones dependen de la temperatura o presión, y no son directamente intercambiables a concentraciones basadas en masa.

Para parámetros gaseosos, la conversión entre las dos unidades depende del peso molecular del gas (PM) y la temperatura del gas (T). En la siguiente tabla se presentan los factores por los cuales fueron multiplicados las mediciones de gases, para convertir ppb a  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a condiciones estándar de temperatura ( $T=25\text{ }^\circ\text{C}$ ).

**Tabla 6-7.** Factor de conversión para gases, ppb a  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Parámetro	Símbolo	Peso molecular (PM) (g/mol)	Factor de conversión ( $T=25\text{ }^\circ\text{C}$ )
Dióxido de azufre	$\text{SO}_2$	64	2,612
Monóxido de carbono	CO	28	1,143

## 6.2 Estudios especializados

### 6.2.1 Modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos

El modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos utilizado por Agroaurora S.A.C., según su EIASd<sup>15</sup> fue SCREEN; el cual es un modelo de dispersión de tipo gaussiano, que entrega resultados de dispersión atmosférica, tales como máxima concentración, altura de pluma, parámetros de dispersión verticales y laterales, frente a distintas posibilidades de escenarios como cercanía al mar, distintas estabildades atmosféricas o terrenos complejos, por nombrar algunas.

Los datos de entrada que se alimentan al software son: la altura de la chimenea, la tasa de emisión del contaminante, las condiciones meteorológicas, la topografía del terreno, las concentraciones basales, entre otros. Mientras que los resultados esperados son: los niveles del contaminante a una determinada distancia de la fuente o las tasas de deposición del contaminante sobre el terreno.

Los modelos gaussianos son de uso común en problemas de dispersión de contaminantes no reactivos de fuentes puntuales como chimeneas industriales.

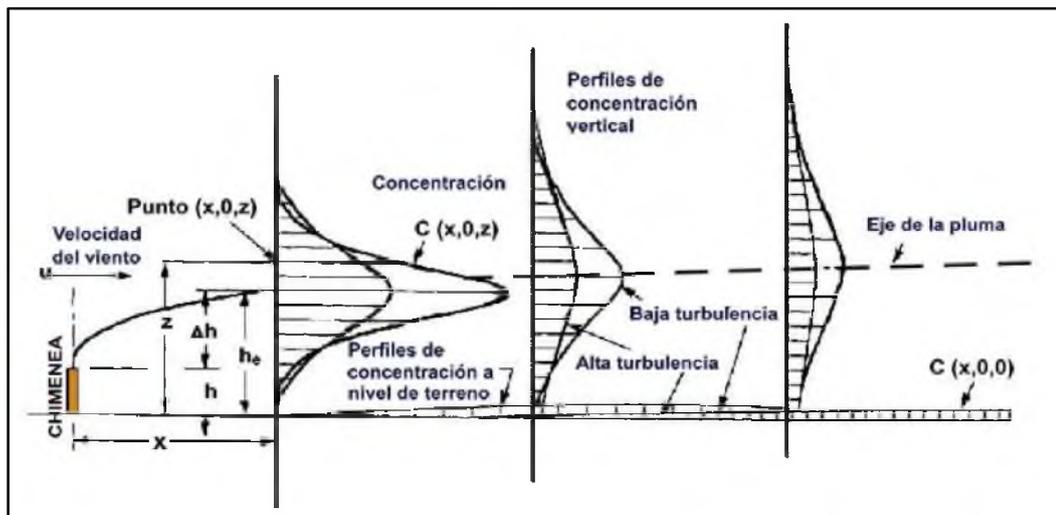
<sup>15</sup> Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto agroindustrial: "Cultivos de Caña de Azúcar y elaboración de Azúcar", aprobado mediante Resolución Directoral N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, el 19 de enero de 2017.

Básicamente suponen que la pluma de un efluente presenta una distribución normal o de Gauss (Gaussiana) de las concentraciones en torno al eje de simetría definido por la dirección del viento (Turner, 1969).

Cabe destacar que estos modelos son aptos para estimar efectos locales y que su grado de precisión y acierto es, en general, decreciente en tanto se aplican en localidades con relieve complejo y caracterizados por circulaciones atmosféricas complejas; en el caso de la zona evaluada el relieve es de modo simple.

Este modelo describe a través de una fórmula simple, el campo tridimensional de concentraciones generado por una fuente puntual en condiciones meteorológicas y de emisión estacionarias.

A medida que una pluma de contaminantes progresa en la dirección del viento, el modelo gaussiano supone que el perfil de concentración por mezcla turbulenta adquiere una distribución gaussiana. Si la condición atmosférica es neutra, entonces se desarrollará una pluma en forma de cono. La concentración en la línea central de la pluma será máxima a una distancia cercana del foco emisor y disminuirá en la dirección viento abajo (Zannetti, 1990). A medida que la distancia viento abajo aumenta, los extremos de la pluma pueden impactar sobre el terreno, tal y como se muestra en la Figura 6-1.



**Figura 6-1.** Progresión de la pluma en base a la turbulencia y parámetros de dispersión  
Fuente: Kiely, 1999.

La concentración de un contaminante en cualquier punto es tal que:

$$C(x, y, z) \propto \frac{1}{U} QGV_{std} \quad (6-5)$$

Donde:

$U$  = Rapidez del viento,

$Q$  = Tasa de emisión

$G$  = Curva de Gauss normalizada en el plano, esto es, el plano perpendicular a la dirección del viento,  $x$ .



A continuación, se presentan los datos de entrada para la estimación de concentración de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>), mediante el modelo matemático (Gaussiano) del software Screen3 de la US EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos); este modelo incorpora factores relacionados a la fuente y factores meteorológicos para calcular la concentración de contaminantes.

### 6.2.1.1 Datos de ingreso al software

La opción de fuente que se considera es para fuentes de área, debido al hectareaje que se desea modelar (>1 ha). El algoritmo de fuente de área en Screen3 se basa en un enfoque de integración numérica, y permite que las fuentes de área se aproximen a un área rectangular. Los datos de entrada solicitados para fuentes de área son como sigue:

- ✓ Tasa (o cantidad) de emisión [g/(s·m<sup>2</sup>)]
- ✓ Altura de la fuente de liberación (m)
- ✓ Longitud del lado más largo del área rectangular (m)
- ✓ Longitud del lado más corto del área rectangular (m)
- ✓ Altura del receptor sobre el suelo (m)
- ✓ Opción urbana/rural (U = urbana, R = rural)
- ✓ Opción de búsqueda de dirección del viento (si o no)

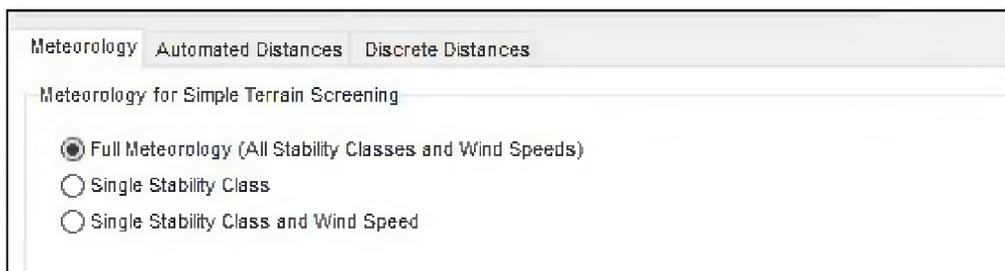
Respecto a las condiciones meteorológicas, el software examina un rango de clases de estabilidad y de velocidades del viento para identificar el peor caso de condiciones meteorológicas. Las combinaciones de velocidad del viento y clases de estabilidad que usa Screen3 se muestran en la Tabla 6-8.

**Tabla 6-8.** Combinaciones de velocidad del viento y clase de estabilidad usadas en el modelo Screen3

Clase de estabilidad	Velocidad del viento a 10 m (m/s)												
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	8	10	15	20
A	*	*	*	*	*								
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
F	*	*	*	*	*	*	*	*					

Además, existen tres opciones para examinar datos meteorológicos:

- ✓ Meteorología completa (todas las estabilizaciones y velocidades eólicas)
- ✓ Clase de estabilidad sencilla
- ✓ Clase de estabilidad sencilla y velocidad eólica



**Figura 6-2.** Captura de pantalla de las opciones meteorológicas en Screen3



Se debe usar la opción de meteorología completa en la mayoría de las aplicaciones, puesto que esta examina las seis clases de estabilidad para fuentes rurales y las cinco para fuentes urbanas, así como sus correspondientes velocidades del viento. Si se usa la primera opción (meteorología completa) con el arreglo de distancias automático, Screen3 imprime las concentraciones máximas para cada distancia, y el máximo total y su correspondiente distancia. La segunda opción (clase de estabilidad sencilla) solo especifica una clase de estabilidad (1 = A, 2 = B..., 6 = F). Screen3 examina solamente un rango de velocidades del viento para esa clase de estabilidad. Al usar esta opción, el usuario puede determinar las concentraciones máximas asociadas con cada uno de los procedimientos individuales. La tercera opción (clase de estabilidad sencilla y velocidad eólica) debe especificar una sola clase de estabilidad y velocidad del viento. Las últimas dos opciones fueron originalmente puestas en Screen3 solamente para facilitar las pruebas, pero podrían ser útiles si ciertas condiciones meteorológicas son importantes. Sin embargo, no se recomiendan para usos rutinarios.

Conforme a lo anterior, debido a que en el EIA de Agroaurora S.A.C. se utilizó la clase de estabilidad A, se ha considerado realizar el modelamiento utilizando dicho criterio, a su vez, las velocidades a considerar son las registradas entre las 00:00 y las 04:00 horas para las tres estaciones meteorológicas instaladas, siendo sus resultados los siguientes:

**Tabla 6-9.** Velocidades de viento registradas del 27 de octubre al 16 de noviembre de 2018, entre las 00:00 y 00:04 horas

Velocidad	Valor (m/s)
Mínima	Calma (0 – 0,5)
Promedio	1,167
Máxima	2,225

De la Tabla 6-9, el software Screen3 no permite ingresar velocidades con valores menores a 1 m/s, por tal motivo, solo se realizaron los cálculos con la velocidad promedio y máxima indicada.

Teniendo los datos de entrada para el modelo ya definidos, estos se introdujeron al modelo, considerando que la concentración se da a una distancia particular: viento abajo desde un área rectangular; esto depende de la orientación del área relativa a la dirección del viento. El modelo Screen3 nos presenta los valores predeterminados regulatorios, esto para que el modelo busque a través de un rango de direcciones del viento para encontrar las concentraciones máximas.

En ese sentido, ingresamos distancias y opciones de meteorología. Las distancias se miden desde el centro del área rectangular, debido a que el algoritmo de integración numérica puede calcular concentraciones dentro de la fuente de área, se puede determinar la concentración en función a la distancia que el contaminante recorre en el plano cartesiano.

Para este caso, la cosecha de caña de azúcar se realiza bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ Altura de la caña de azúcar: 3 a 5 metros aproximadamente



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

- ✓ Se quemaron cuarteles entre 13 y 21 hectáreas como máximo, dentro del período de evaluación (para establecer las áreas, se calculó multiplicando el largo y ancho de un rectángulo).
- ✓ La cantidad total de biomasa que combustiona por hectárea es de 21,75 Tn de hoja seca.
- ✓ Los factores de emisión de los parámetros que se ingresaron para realizar el modelamiento, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6-10.** Factores de emisión para la quema de caña

Compuesto	Factor de emisión (g/kg de biomasa seca)
PM <sub>10</sub> (*)	4,1307
PM <sub>2,5</sub> (**)	1,19

Fuente: (\*) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2012).

- ✓ (\*\*) INECC-UAM (2016).

Los cálculos de las tasas de emisión que se requieren ingresar al modelo matemático se obtuvieron de la siguiente forma:

$$Te = \frac{W * A * Fe}{t} \quad (6-6)$$

Donde:

$Te$  = Tasa de emisión en (g/s)

$W$  = Peso de hoja seca para la quema en Kg

$A$  = Área en ha

$Fe$  = Factor de emisión (g/Kg)

$t$  = Tiempo de quema del área en segundos (s)

- ✓ La tasa de emisión varió para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> de acuerdo las áreas que fueron cosechadas por quema controlada, conforme lo siguiente:
  - Material particulado menor a 10 micras de 0,000623908 g/sm<sup>2</sup>.
  - Material particulado menor a 2,5 micras de 0,00017974 g/sm<sup>2</sup>.

Es importante precisar que los datos de salida de Screen3 que fueron utilizados en esta evaluación están referidos a periodos promedios de 1 hora<sup>16</sup>, mientras que para periodos mayores que 1 hora, es recomendado usar los factores de conversión dados en la Tabla 6-11.

**Tabla 6-11.** Factores de conversión recomendados para periodos de largo plazo

Período promedio	Factor multiplicativo
1 h	1,0
3 h	0,9 ± 0,1
8 h	0,7 ± 0,2
24 h	0,4 ± 0,2
Anual	0,08 ± 0,02

Fuente: Manual de operación de Screen3, 1995

<sup>16</sup>

US EPA, 1995. Screen3 User's Guide. EPA 454/B-95-004.



### 6.2.1.2 Datos de salida del software

Las salidas del Screen3 se refieren a las distintas opciones en que un usuario puede apreciar el resultado de la modelación efectuada. Dichas opciones son "Graph" y "Output".



Figura 6-3. Captura de pantalla de las opciones de salida en Screen3

La opción de "Output" permite al usuario obtener un archivo de lectura, en el cual se presenta el resumen escrito de la modelación que incluye:

- Fecha y hora de la modelación
- Parámetros de entrada
- Consideraciones
- Concentraciones de salida y distintas alturas de pluma (según se haya escogido distancias discretas o automáticas)
- Mayor altura de la pluma
- Máxima concentración
- Parámetros de dispersión (vertical y lateral)

A continuación, se presenta un ejemplo de archivo de salida «Output»

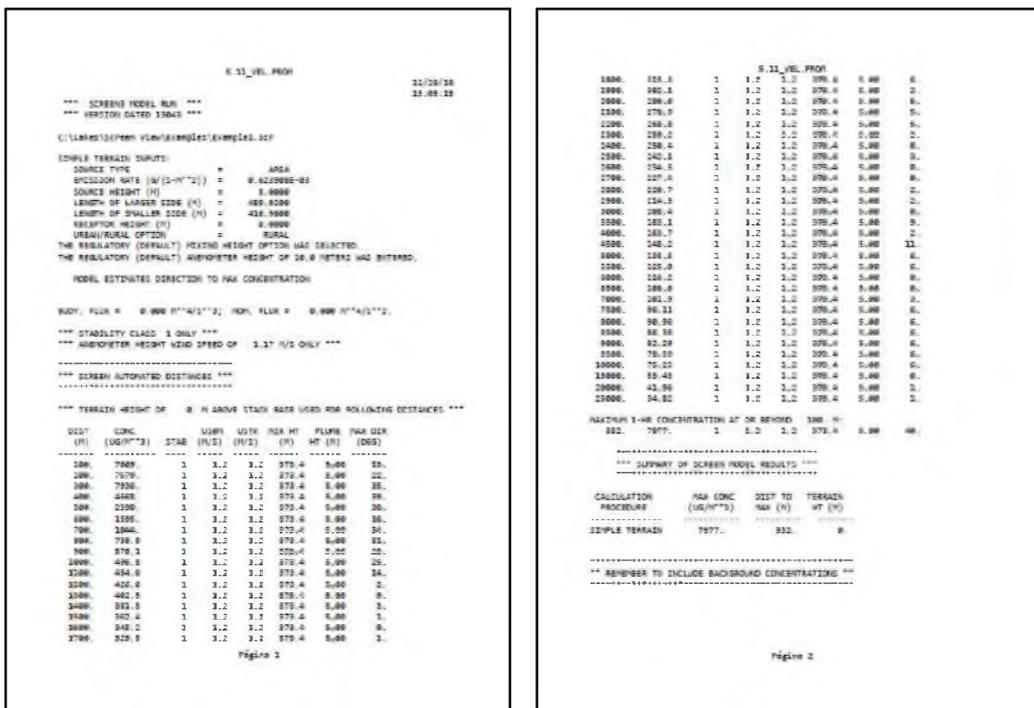


Figura 6-4. Corrida con datos de salida en Screen3



La opción “Gráfico” entrega al usuario un gráfico de concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs. distancia (m), donde la distancia máxima que abarca el gráfico es la representada según el mayor dato de entrada en distancia automática o distancia discreta.

Con fines de estandarizar criterios del EIA del administrado, la determinación de la concentración de referencia para  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$  se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$CR_x = ECA_x - \left( \frac{\sum_i x_{\text{diario}}}{f-i} \right) \quad (6-7)$$

Donde:

$CR_x$  = Concentración de referencia del parámetro en estudio

$X$  = Parámetro en estudio

$ECA$  = Valor del parámetro en estudio según ECA a utilizar

$i$  = Día de inicio de evaluación

$f$  = Día de término de evaluación

$x_{\text{diario}}$  = Concentración diaria del parámetro en estudio

Es necesario indicar que se utilizaron los valores de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$  que figuran en el ECA para aire 2017, además de valores del ECA para aire 2001 y 2008, debido a que con estos dos últimos fue aprobado el EIA de Agroaurora.

De acuerdo a lo indicado, las corridas realizadas para el modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos ( $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ ) se hicieron en el periodo de monitoreo de calidad de aire que abarcó desde el 27 de octubre al 16 de noviembre de 2018, dentro de los cuales solo se ingresó datos de entrada, los días que se realizaron quemas controladas de caña de azúcar por Agroaurora S.A.C.

## 7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación ambiental de la calidad del aire realizada entre octubre y noviembre de 2018.

### 7.1 Calidad de aire

Se presentan los resultados de las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 ( $\text{PM}_{2,5}$ ) y 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ ), y metales en  $\text{PM}_{10}$  comparados con sus respectivos estándares de calidad ambiental nacional o internacional (de manera referencial). Asimismo, se presentan los valores de las condiciones meteorológicas presentes durante el periodo de evaluación.

#### 7.1.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 7-1 se muestra el resumen de los resultados de los parámetros meteorológicos de temperatura, presión, humedad relativa y velocidad del viento, obtenidos cada hora durante el periodo de evaluación.

**Tabla 7- 1.** Resumen de parámetros meteorológicos de los puntos de monitoreo

Punto de monitoreo	Parámetro meteorológico	Media $\pm$ SE	Desviación estándar	Rango	Periodo
SOJ-CA-07	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	23,88 $\pm$ 0,23	3,88	18,9 - 32,8	



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

Punto de monitoreo	Parámetro meteorológico	Media $\pm$ SE	Desviación estándar	Rango	Periodo
	Presión (milibar)	1006,76 $\pm$ 0,23	1,74	1002,2 - 1010,2	4 al 16 de noviembre de 2018
	Humedad relativa (%)	70,26 $\pm$ 0,70	11,90	45 - 89	
	Velocidad de viento (m/s)	2,90 $\pm$ 0,08	1,44	0 - 8	
HUA-CA-10	Temperatura (°C)	23,33 $\pm$ 0,20	3,29	18,9 - 31,7	4 al 16 de noviembre de 2018
	Presión (milibar)	1012,32 $\pm$ 0,07	1,24	1009,3 - 1015,5	
	Humedad relativa (%)	73,10 $\pm$ 0,58	9,80	49 - 87	
	Velocidad de viento (m/s)	1,97 $\pm$ 0,06	0,95	0 - 4,5	
RIN-CA-01	Temperatura (°C)	21,53 $\pm$ 0,12	2,91	17,7 - 31,1	27 de octubre al 16 de noviembre de 2018
	Presión (milibar)	1003,28 $\pm$ 0,07	1,72	998 - 1006,4	
	Humedad relativa (%)	72,48 $\pm$ 0,37	9,06	45 - 85	
	Velocidad de viento (m/s)	2,16 $\pm$ 0,06	1,44	0 - 5,8	

SE: Error estándar de la media

Se aprecia en la Tabla 7-1 que en el punto de monitoreo SOJ-CA-07 (ubicado en el centro poblado Sojo) la temperatura osciló entre 18,9 y 32,8 °C; la presión entre 1002,2 y 1010,2 milibar; la humedad relativa entre 45 y 89 %; y la velocidad de viento entre 0 y 8 m/s, para el periodo comprendido del 4 al 16 de noviembre de 2018. En el punto de monitoreo HUA-CA-10 (ubicado en el centro poblado La Huaca), la temperatura osciló entre 18,9 y 31,7 °C; la presión entre 1009,3 y 1015,5 milibar; la humedad relativa entre 49 y 87 %; y la velocidad de viento entre 0 y 4,5 m/s. Finalmente, en el punto de monitoreo RIN-CA-01 (ubicado en el centro poblado Nueva Rinconada), la temperatura osciló entre 17,7 y 31,1 °C; la presión entre 998 y 1006,4 milibar; la humedad relativa entre 45 y 85 %; y la velocidad de viento entre 0 y 5,8 m/s.

Con respecto a la velocidad del viento, se presentaron valores de hasta 8 m/s, con vientos promedios entre 1,96 m/s y 2,9 m/s en la zona de estudio.

Los valores de la dirección del viento son representados en un diagrama polar denominado rosa de vientos, en el cual cada «pétalo» o barra representa la dirección del viento y se sitúa en un ángulo determinado con una resolución de 22,5°, asimismo los segmentos de colores representan a la frecuencia de intevalos de velocidad del viento (Figura 7-1).

En la Figura 7-1a, se observa que el punto de monitoreo HUA-CA-10 ubicado en el centro poblado La Huaca (distrito La Huaca) presentó una mayor frecuencia de ocurrencia de vientos provenientes del sureste (SE), seguido de vientos del sur (S); igualmente en la Figura 7-1b, en el punto de monitoreo SOJ-CA-07 ubicado en el centro poblado Sojo del distrito Miguel Checa, la dirección del viento tuvo mayor ocurrencia del sur (S), y en menor medida seguido por vientos del suroeste (SW); y en el punto RIN-CA-01 ubicado en el centro poblado Rinconada del distrito El Arenal,



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

la dirección del viento que presentó mayor ocurrencia proviene del suroeste (SW), y en menor medida seguido por vientos del sureste (SE).

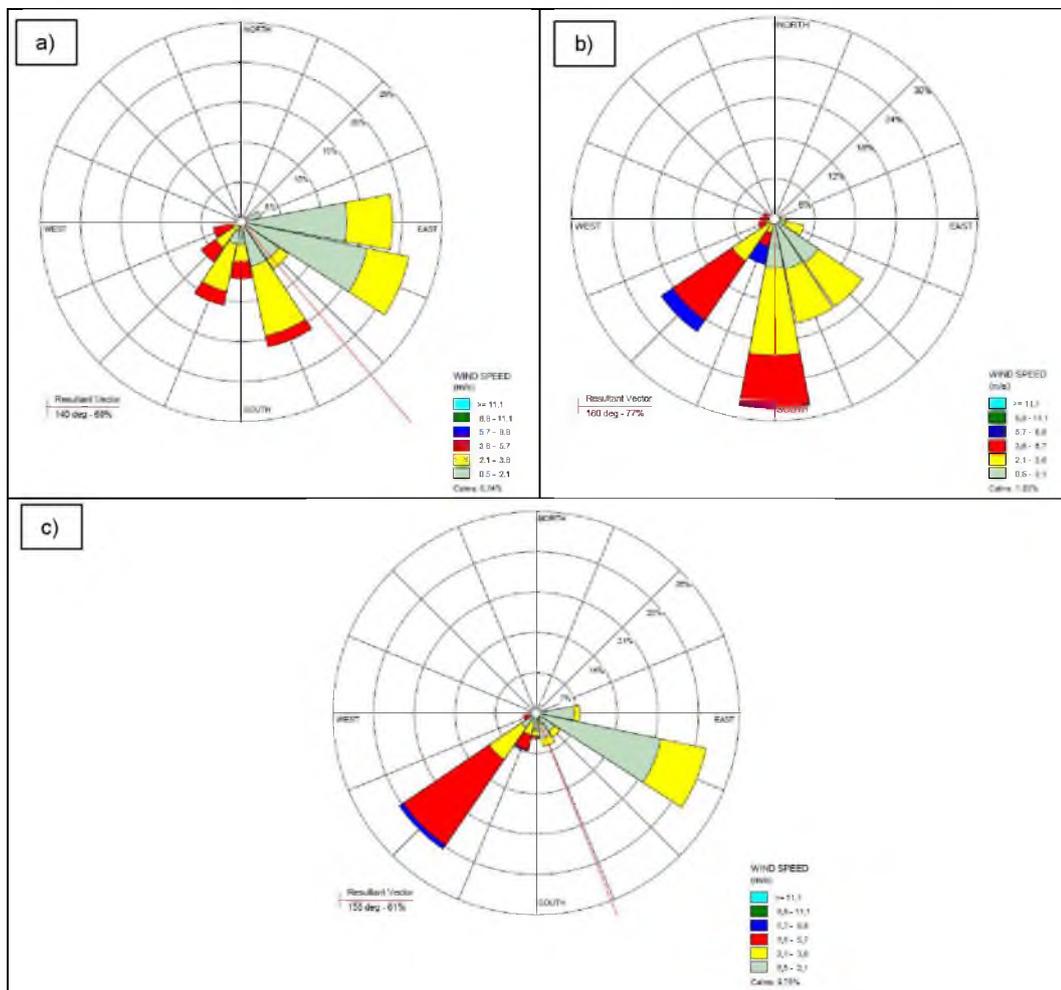


Figura 7-1. Rosa de vientos en los períodos de monitoreo del 27 de octubre al 16 de noviembre 2018 en el punto: a) HUA-CA-10; y del 4 al 16 de noviembre de 2018 en los puntos: b) SOJ-CA-07 y c) RIN-CA-01

### 7.1.2 Relación entre días de quema controlada de caña azúcar y parámetros meteorológicos

En la Tabla 7-2 se muestran los cuarteles y áreas que fueron cosechados por quema controlada de caña de azúcar dentro del período de la evaluación ambiental de calidad de aire, el mapa de ubicación de estos se encuentra en el Anexo B.

Tabla 7-2. Identificación y área de los cuarteles cosechados por quema controlada de caña de azúcar

Cuarteles (*)	Distrito	Área (ha)	Fecha de quema
B151-160	La Huaca	10,17	28/10/2018
B151-170	La Huaca	10,22	
B164-110	La Huaca	8,54	29/10/2018
B164-120	La Huaca	8,54	
B164-130	La Huaca	8,5	31/10/2018

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

Cuarteles (*)	Distrito	Área (ha)	Fecha de quema
B164-140	La Huaca	8,5	
B152-070	La Huaca	10,17	5/11/2018
B152-080	La Huaca	10,22	
B152-090	La Huaca	10,45	6/11/2018
B152-100	La Huaca	10,22	
B152-110	La Huaca	10,45	7/11/2018
B152-120	La Huaca	10,22	
B151-080	La Huaca	10,4	8/11/2018
B151-090	La Huaca	10,4	
B151-100	La Huaca	10,45	9/11/2018
B151-110	La Huaca	10,45	
B152-130	La Huaca	10,17	10/11/2018
B152-140	La Huaca	10,22	
B152-030	La Huaca	10,45	11/11/2018
B152-040	La Huaca	10,45	
B152-050	La Huaca	10,4	12/11/2018
B152-060	La Huaca	10,4	
B151-010	La Huaca	9,01	13/11/2018
B151-020	La Huaca	9,66	
B114-010	Miguel Checa	2,9	14/11/2018
B114-020	Miguel Checa	10,36	

Nota: (\*) códigos de los cuarteles, tomados del EIA<sub>sd</sub> Agroaurora S.A.C.

Se observa que la quema controlada de caña de azúcar se realizó en 13 días, de los cuales, en 12 días se quemó caña en los cuarteles ubicados en el distrito La Huaca, entre 17 y 20,9 ha/día; mientras que solo en un día fueron cosechados los cuarteles ubicados en el distrito Miguel Checa (13,26 ha/día). El promedio diario de cosecha por quema controlada de caña de azúcar fue de 19,38 ha/día.

En la Tabla 7-3 se muestra las características meteorológicas que se presentaron durante el periodo de evaluación, en relación con las primeras horas del día: entre las 00:00 y 06:00 horas; esto debido a que el horario de quema que presentó Agroaurora en su EIA fue de 00:00 a 04:00 horas. Las rosas de viento generadas para las primeras 6 horas del día y en cada día se encuentran en el Anexo D.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 7-3.** Parámetros meteorológicos registrados en el período de evaluación, en relación al horario de cosecha por quema controlada de caña de azúcar (0 – 6 h.)

Días	¿Hubo quema?	Distrito donde se cosechó caña de azúcar	E.M. - La Huaca HUA-CA-10 (período 0-6 h.)			E.M – Sojo SOJ-CA-07 (período 0-6 h.)			E.M. – Rinconada RIN-CA-01 (período 0-6 h.)		
			Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)	Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)	Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)
28/10/2018	Si	La Huaca	No se registraron datos			ESE			0,5 - 2,1	50	
29/10/2018	Si	La Huaca	No se registraron datos			SW			Calma	83,3	
30/10/2018	No	-	No se registraron datos			SE			0,5 - 2,1	16,7	
31/10/2018	Si	La Huaca	No se registraron datos			ESE			Calma	83,3	
1/11/2018	No	-	No se registraron datos			ESE			0,5 - 2,1	16,7	
2/11/2018	No	-	No se registraron datos			ESE			0,5 - 2,1	100	
3/11/2018	No	-	No se registraron datos			ESE			-	-	
4/11/2018	No	-	No se registraron datos			ESE			0,5 - 2,1	66,7	
5/11/2018	Si	La Huaca	E	0,5 - 2,1	83,3	SE	2,1 - 3,6	66,7	ESE	0,5 - 2,1	33,3
6/11/2018	Si	La Huaca		2,1 - 3,6	16,7		0,5 - 2,1	33,3	ESE	2,1 - 3,6	100
7/11/2018	Si	La Huaca	ESE	0,5 - 2,1	16,7	SE	2,1 - 3,6	66,7	ESE	2,1 - 3,6	83,3
8/11/2018	Si	La Huaca		2,1 - 3,6	83,3		-	-	ESE	0,5 - 2,1	16,7
9/11/2018	Si	La Huaca	SE	0,5 - 2,1	100	S	2,1 - 3,6	66,7	SE	0,5 - 2,1	100
10/11/2018	Si	La Huaca		-	-		0,5 - 2,1	33,3	SE	-	-
11/11/2018	Si	La Huaca	ESE	Calma	83,3	S	0,5 - 2,1	83,3	S	Calma	66,7
12/11/2018	Si	La Huaca		0,5 - 2,1	16,7		Calma	16,7	S	0,5 - 2,1	33,3
13/11/2018	Si	La Huaca	E	Calma	16,7	S	2,1 - 3,6	83,3	ESE	0,5 - 2,1	66,7
14/11/2018	Si	La Huaca		0,5 - 2,1	83,3		0,5 - 2,1	16,7	ESE	Calma	33,3
15/11/2018	Si	La Huaca	E	Calma	33,3	SE	0,5 - 2,1	100	ESE	0,5 - 2,1	66,7
16/11/2018	Si	La Huaca		0,5 - 2,1	66,7		-	-	ESE	Calma	33,3
17/11/2018	Si	La Huaca	E	0,5 - 2,1	100	SE	0,5 - 2,1	71,4	ESE	0,5 - 2,1	83,3
18/11/2018	Si	La Huaca		-	-		2,1 - 3,6	28,6	ESE	Calma	16,7
19/11/2018	Si	La Huaca	E	Calma	50	S	0,5 - 2,1	80	ESE	Calma	83,3
20/11/2018	Si	La Huaca		0,5 - 2,1	50		Calma	20	ESE	2,1 - 3,6	16,7

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

Días	¿Hubo quema?	Distrito donde se cosechó caña de azúcar	E.M. - La Huaca HUA-CA-10 (periodo 0-6 h.)			E.M - Sojo SOJ-CA-07 (periodo 0-6 h.)			E.M. - Rinconada RIN-CA-01 (periodo 0-6 h.)		
			Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)	Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)	Dirección predominante del viento	Velocidad (m/s)	Frecuencia (%)
13/11/2018	Si	La Huaca	ESE	0,5 - 2,1	66,7	SE	2,1 - 3,6	83,3	ESE	2,1 - 3,6	83,3
				2,1 - 3,6	33,3		0,5 - 2,1	16,7		0,5 - 2,1	16,7
14/11/2018	Si	Miguel Checa	ESE	0,5 - 2,1	100	SE	2,1 - 3,6	50	ESE	2,1 - 3,6	83,3
				-	-		0,5 - 2,1	50		0,5 - 2,1	16,7
15/11/2018	No	-	ESE	0,5 - 2,1	100	SE	0,5 - 2,1	83,3	ESE	Calma	100
				-	-		2,1 - 3,6	16,7		-	-
16/11/2018	No	-	SEE	0,5 - 2,1	83,3	S	0,5 - 2,1	50	SE	0,5 - 2,1	80
				Calma	33,3		2,1 - 3,6	50		2,1 - 3,6	20



Como se mencionó, dentro de los 20 días de evaluación de calidad de aire, Agroaurora cosechó caña de azúcar por quema controlada en 13 días: 12 días en los cuarteles de cultivo del distrito La Huaca y 1 día en los cuarteles del distrito Miguel Checa.

Respecto a las 3 estaciones meteorológicas instaladas en La Huaca, Sojo y La Rinconada, se debe precisar que la estación ubicada en La Rinconada se instaló el día 27 de octubre de 2018, en tanto que las otras 2 estaciones se instalaron el 4 de noviembre de 2018. Asimismo, es preciso indicar lo siguiente:

- ✓ En el punto HUA-CA-10 se registraron parámetros meteorológicos entre las 00:00 y 06:00 h, en 10 días de quema controlada de caña de azúcar, siendo las direcciones predominantes E, ESE y SE; mientras que la distribución relativa de las velocidades fue de 0,5 – 2,1 m/s (68,34 %), de calma (18,33 %) y de 2,1 – 3,6 m/s (13,33 %).
- ✓ En el punto SOJ-CA-07 se registraron parámetros meteorológicos entre las 00:00 y 06:00 h, en 10 días de quema controlada de caña de azúcar, siendo las direcciones predominantes SE y S; mientras que la distribución relativa de las velocidades fue de 0,5 – 2,1 m/s (48,47%), de 2,1 – 3,6 m/s (47,86%) y de calma (3,67%).
- ✓ En el punto RIN-CA-01 se registraron parámetros meteorológicos entre las 00:00 a 06:00 h, en 13 días de quema controlada de caña de azúcar, siendo las direcciones predominantes ESE, S, SE y SW; mientras que la distribución relativa de las velocidades fue de 0,5 – 2,1 m/s (46,16%); calma (28,2%) y 2,1 – 3,6 m/s (25,63%).

### 7.1.3 Concentraciones de material particulado

En la Tabla 7-4 se presentan los resultados de las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> en los seis (6) puntos de monitoreo de calidad de aire (JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01), durante el periodo de monitoreo comprendido entre el 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018.

**Tabla 7-4.** Material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> en el ámbito de influencia de la empresa Agroaurora S.A.C.

Punto de monitoreo	Parámetro	Media ± SE (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación estándar (µg/m <sup>3</sup> )	Rango (µg/m <sup>3</sup> )
JIB-CA-05	PM <sub>10</sub>	30,19 ± 1,69	7,57	17 – 48
	PM <sub>2,5</sub>	10,04 ± 1,54	1,54	6 – 13
SOJ-CA-07	PM <sub>10</sub>	31,37 ± 2,37	10,6	18 - 56
	PM <sub>2,5</sub>	10 ± 2,34	2,34	4 – 13
31OCT-CA-08	PM <sub>10</sub>	33,22 ± 1,76	7,87	23 – 52
	PM <sub>2,5</sub>	8,5 ± 0,63	2,83	3 – 14
VIV-CA-09	PM <sub>10</sub>	43,27 ± 2,07	9,03	29 - 64
	PM <sub>2,5</sub>	14,56 ± 0,74	3,21	10 - 21
HUA-CA-10	PM <sub>10</sub>	38,21 ± 1,63	7,31	24 - 54
	PM <sub>2,5</sub>	10,45 ± 0,42	1,87	7 - 14
RIN-CA-01	PM <sub>10</sub>	27,83 ± 1,28	5,74	20 - 38



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

Punto de monitoreo	Parámetro	Media $\pm$ SE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación estándar ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Rango ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	PM <sub>2,5</sub>	7,17 $\pm$ 0,48	2,6	4 - 13

SE: Error estándar de la media

La concentración del parámetro PM<sub>10</sub> en el punto de monitoreo JIB-CA-05 (ubicado en centro poblado Jíbito), durante los días del monitoreo, no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pues presentó valores entre 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 30,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 10,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Asimismo, la concentración del parámetro PM<sub>10</sub> en el punto de monitoreo SOJ-CA-07 (ubicado en centro poblado Sojo), durante los días del monitoreo, no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pues presentó valores entre 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 31,37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 10,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La concentración del parámetro PM<sub>10</sub> en el punto de monitoreo 31OCT-CA-08 (ubicado en centro poblado 31 de Octubre), durante los días del monitoreo, no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pues presentó valores entre 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 33,22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 8,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

De la misma tabla se puede denotar que, en el punto de monitoreo VIV-CA-09 (ubicado en centro poblado Viviate), durante los días del monitoreo, la concentración de PM<sub>10</sub> no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pues presentó valores entre 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 43,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 14,56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

También se observa que los valores del parámetro PM<sub>10</sub> en el punto de monitoreo HUA-CA-10 (ubicado en centro poblado La Huaca), durante los días del monitoreo, no superaron lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pues presentó valores entre 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 38,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que, la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 10,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Finalmente, la concentración del parámetro PM<sub>10</sub> en el punto de monitoreo RIN-CA-01 (ubicado en centro poblado Nueva Rinconada), durante los días del monitoreo, no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 074-2001-PCM = 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pues presentó valores entre 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio del PM<sub>10</sub> de 27,83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que la concentración del parámetro PM<sub>2,5</sub> en el mismo punto estuvo entre 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un promedio de 10,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, este no superó lo establecido en los ECA para aire (D.S. N.° 003-2008-MINAM = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

En la Figura 7-2 se presentan los valores del material particulado  $PM_{10}$  en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, en la que se observa que, del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018, estos no superaron los ECA para aire ( $PM_{10} = 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), con el cual fue aprobado el IGA. De la gráfica se denota que el mayor valor obtenido de los seis puntos de monitoreo fue en VIV-CA-09 (centro poblado Viviate), con un valor de  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 1 de noviembre de 2018; mientras que el menor valor de los seis puntos de monitoreo fue  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en JIB-CA-05 (centro poblado Jíbito), el 8 de noviembre de 2018.

Asimismo, en la Figura 7-3 se presentan los valores del material particulado  $PM_{2.5}$  en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, en las que se observa que del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 estos no superaron los ECA para aire ( $PM_{10} = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con el cual fue aprobado el IGA. De la gráfica se denota que el mayor valor obtenido de los seis puntos de monitoreo fue VIV-CA-09 (centro poblado Viviate) con un valor de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  el 1 de noviembre de 2018; mientras que el menor valor de los seis puntos de monitoreo fue  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 31OCT-CA-08 (centro poblado 31 de octubre) el 29 de octubre de 2018.

Se puede señalar de lo anterior que el 1 de noviembre de 2018 los valores del  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el punto de monitoreo VIV-CA-10 fueron los más altos, aunque estos no hayan superado los ECA para aire.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

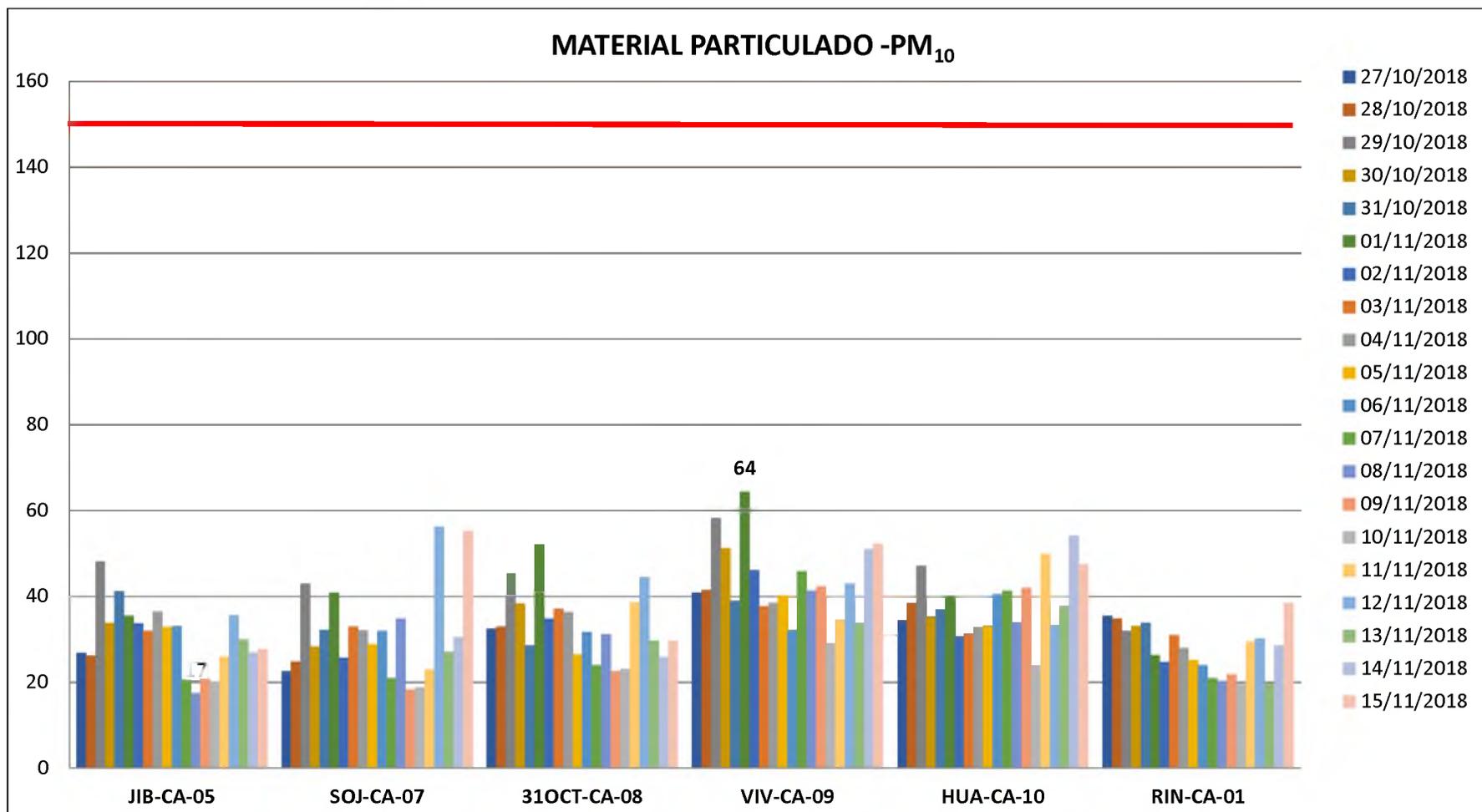


Figura 7-2. Comparación de las concentraciones de PM<sub>10</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (D.S. N.º 074-2001-PCM) 150 µg/m<sup>3</sup>



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

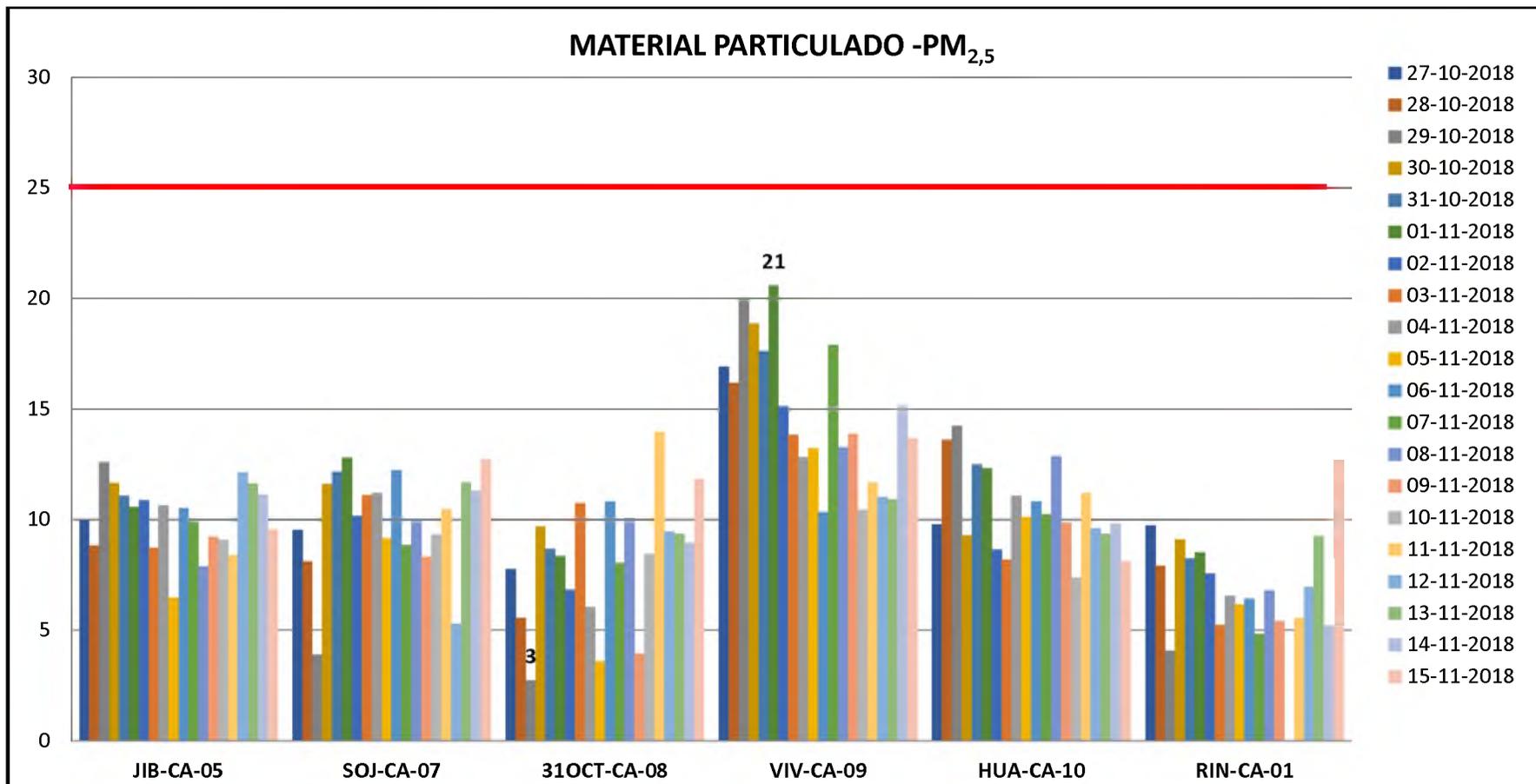


Figura 7-3. Comparación de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (DS N.º 003-2008-MINAM) 25 µg/m<sup>3</sup>



### 7.1.4 Concentraciones de gases

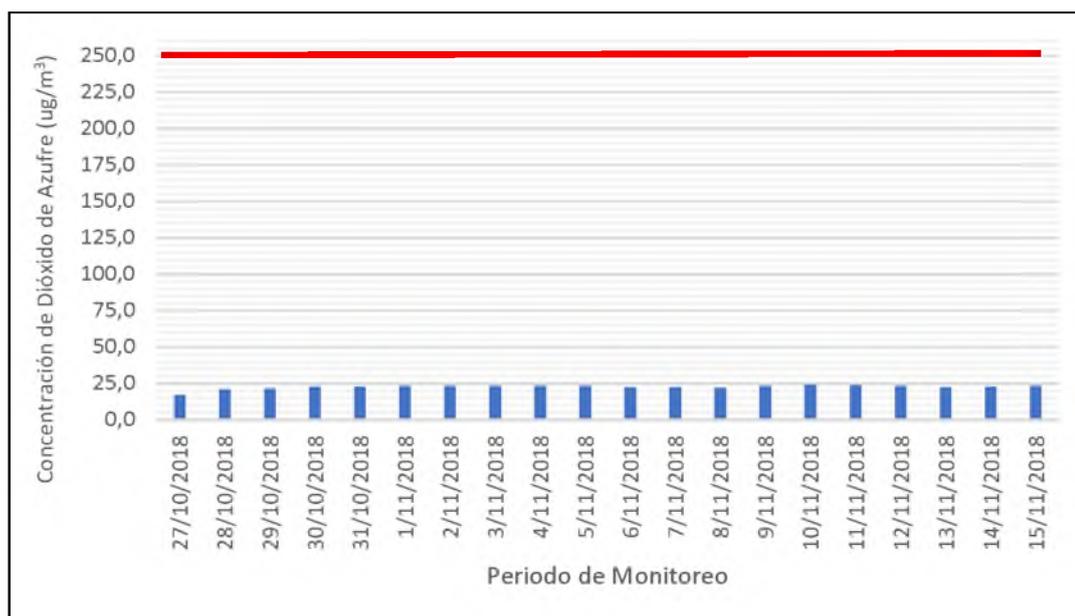
La Tabla 7-5 presenta el resumen de los registros obtenidos del 27 de octubre al 16 de noviembre en el punto de monitoreo VIV-CA-09. En esta se puede ver la media, la desviación estándar y el rango por punto de monitoreo y parámetro obtenido de manera automática.

**Tabla 7-5.** Resumen de los registros horarios de las concentraciones de gases

Parámetro	Punto de monitoreo	Media $\pm$ SE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación estándar ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Rango ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Dióxido de azufre	VIV-CA-09	22,4 $\pm$ 0,17	3,69	0 – 29,0
Monóxido de carbono	VIV-CA-09	838,3 $\pm$ 16,73	359,90	47,3 – 2 152,4

#### a. Concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

En la Figura 7-4 se presentan los resultados de la concentración en aire de SO<sub>2</sub>, obtenidos del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018, en el punto de monitoreo VIV-CA-09. En esta figura se puede observar que ninguna concentración promedio de SO<sub>2</sub> excedió los ECA para aire (250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 24 horas. La máxima concentración promedio obtenida de SO<sub>2</sub> fue de 23,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el día 10 de noviembre.



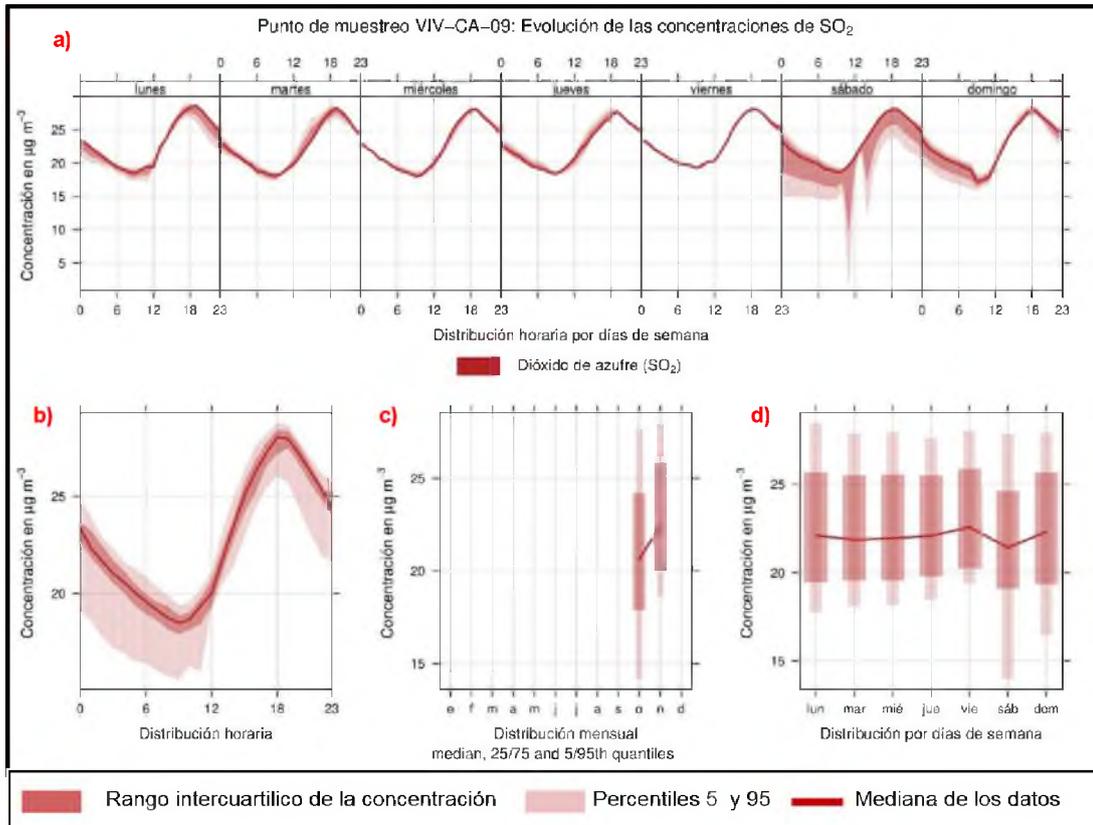
**Figura 7-4.** Promedio de 24 horas de la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el punto de monitoreo VIV-CA-09. Condiciones estándar de 25°C y 1 atm.

La Figura 7-5 muestra una descripción gráfica de las concentraciones de SO<sub>2</sub> promedios por mes, días y horas, basándose en los rangos intercuartílicos (rango entre los percentiles 25 y 75, percentiles 5 y 95 y la mediana de los datos).

Al analizar los promedios diarios (Figura 7-5a) se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tienden a concentrarse entre las 14 y 20 horas de lunes a domingo. Esta apreciación se confirma en la Figura 7-5b de promedios por hora, donde los picos de concentración se manifiestan en el rango intercuartílico de la concentración, en los percentiles 5 y 95 y la mediana de los datos.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad



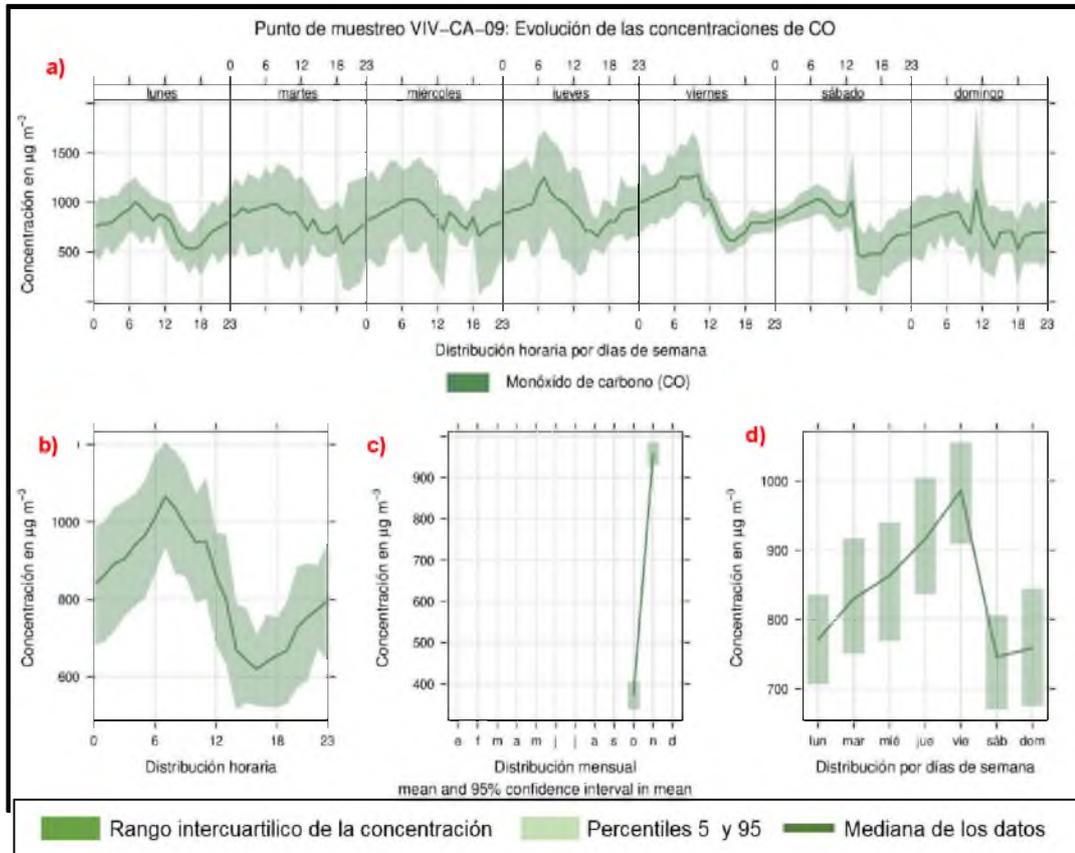
**Figura 7-5.** Resumen de las concentraciones de SO<sub>2</sub> promedio de los datos obtenidos en el punto VIV-CA-09. a) Resumen de la concentración promedio por días. b) Resumen de la concentración promedio por horas. c) Resumen de la concentración promedio de los meses de octubre y noviembre. d) Resumen de la concentración promedio por días de semana.

**b. Concentración de monóxido de carbono (CO)**

Los resultados de la concentración de CO obtenidos del 27 de octubre al 16 de noviembre de 2018 en el punto de monitoreo VIV-CA-09 no superan el estándar de calidad de aire para CO (media móvil de 8 horas) de 10 000 µg/m<sup>3</sup>. De similar manera sucede con la concentración horaria de CO, la cual tampoco supera el ECA de aire horario de CO de 30 000 µg/m<sup>3</sup>.

La Figura 7-6 muestra una descripción gráfica de las concentraciones de CO promedios en el punto VIV-CA-09 por mes, días y horas, basándose en los rangos intercuartílicos, los percentiles 5 y 95 y la mediana de los datos.

Lo que se puede observar en la gráfica a) de la Figura 7-6 es una distribución principalmente marcada de domingo a jueves; la gráfica b) muestra un aumento de las concentraciones de gases alrededor de las 6 horas y de las 18 horas.



**Figura 7-6.** Resumen de las concentraciones de CO promedio de los datos obtenidos en el punto VIV-CA-09. a) Resumen de la concentración promedio por días. b) Resumen de la concentración promedio por horas. c) Resumen de la concentración promedio del mes de marzo. d) Resumen de la concentración promedio por días de semana.

En la gráfica a) de la Figura 7-6 del punto de monitoreo VIV-CA-09 se observa una mayor variación de datos de lunes a viernes, además, en la gráfica d) se observa como estas variaciones en dichos días tienen mayores concentraciones que las obtenidas sábado y domingo. Otra precisión relacionada a esta figura se puede ver en la gráfica b) donde se muestra un aumento de las concentraciones de gases alrededor de las 3 horas y de las 9 horas.

### 7.1.5 Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

Desde el punto de vista de su especiación química, en el material particulado en PM<sub>10</sub> se caracterizaron los metales: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), bismuto (Bi), boro (B), calcio (Ca), cadmio (Ca), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), fósforo (P), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), potasio (K), selenio (Se), silicio (Si), sodio (Na), plomo (Pb), talio (Tl), titanio (Ti), vanadio (V) y zinc (Zn).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

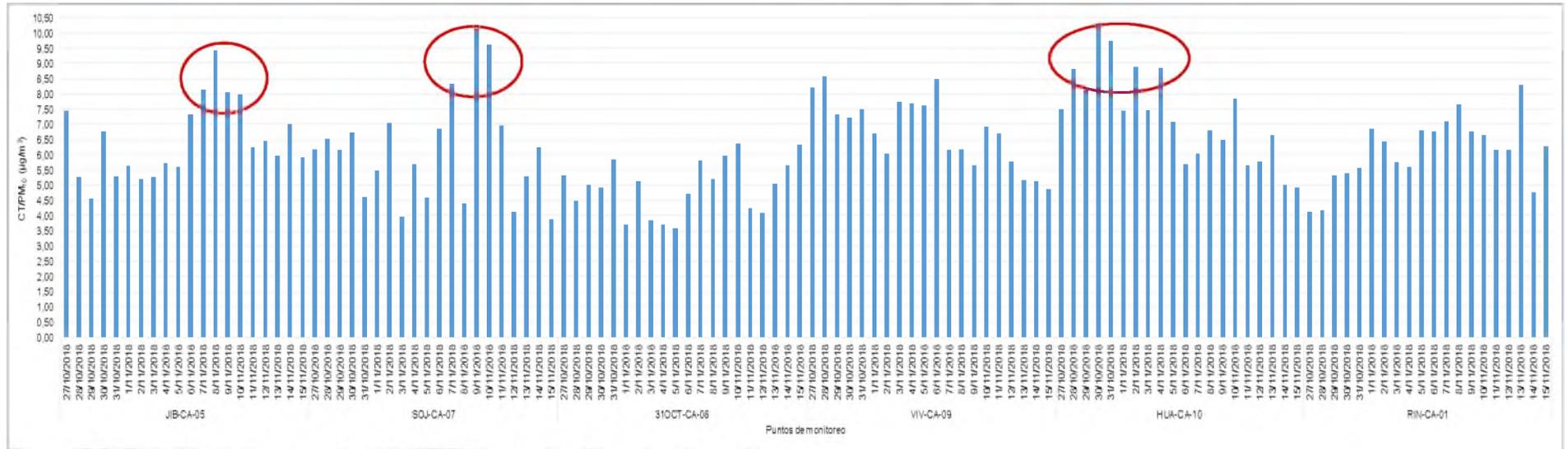


Figura 7-7. Relación de la concentración CT/PM<sub>10</sub> para los 6 puntos de monitoreo

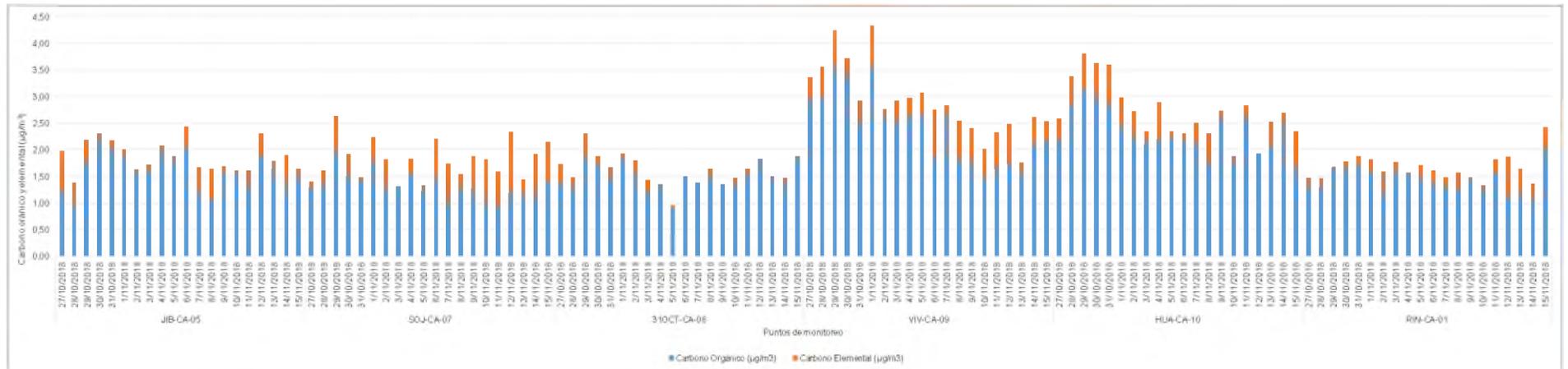


Figura 7-8. Concentración de carbono orgánico y elemental para los 6 puntos de monitoreo



Las concentraciones de metales obtenidos en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, a condiciones de 10 °C de temperatura y a 1 atmósfera de presión, no excedió con la norma referencial canadiense (Ontario's Ambient Air Quality Criteria – 2012), para el período de monitoreo del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 (Anexo E).

#### **7.1.6 Concentraciones de carbono (orgánico, elemental y total)**

En la Figura 7-7 se presenta la relación entre las concentraciones de carbono total (CT) y las concentraciones de  $PM_{10}$ ; mientras que en la Figura 7-8, se muestra las concentraciones de carbono orgánico y carbono elemental para los 6 puntos de monitoreo en el periodo desde el 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018.

Como se observa en la figura 7-7, en el punto JIB-CA-05 la relación de  $CT/PM_{10}$  varió entre 4,55 y 9,42, siendo los mayores valores registrados los días 7, 8 y 9 de noviembre de 2018; mientras en el punto SOJ-CA-07 varió entre 3,87 % y 10,14 %, siendo los mayores valores registrados los días 7, 9 y 10 de noviembre de 2018; en el punto 31OCT-CA-08 fluctuó entre 3,56 % y 6,35 %, siendo los mayores valores registrados los días 9, 10 y 15 de noviembre de 2018; en el punto VIV-CA-09 fluctuó entre 4,86 % y 8,57 %, siendo los mayores valores registrados los días 27 y 28 de octubre de 2018, y 6 de noviembre de 2018; en el punto HUA-CA-10 fluctuó entre 4,93 % y 10,22 %, siendo los mayores valores registrados los días 30 y 31 de octubre de 2018, y 4 de noviembre de 2018; y en el punto RIN-CA-01 fluctuó entre 4,13 % y 8,29 %, siendo los mayores valores registrados los días 7, 8 y 13 de noviembre de 2018.

En la Figura 7-8, se muestran que las concentraciones de carbono orgánico son mayores, representando entre el 50,43 % y 100 % del carbono total registrado; mientras que el carbono elemental representa entre el 0 y 49,57 % del carbono total.

#### **7.1.7 Relación entre concentraciones de $PM_{2,5}$ y $PM_{10}$**

En la Figura 7-9 se presenta la relación entre las concentraciones de  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$  en los 6 puntos de monitoreo, en el periodo desde el 27 de octubre hasta el 15 de noviembre de 2018.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

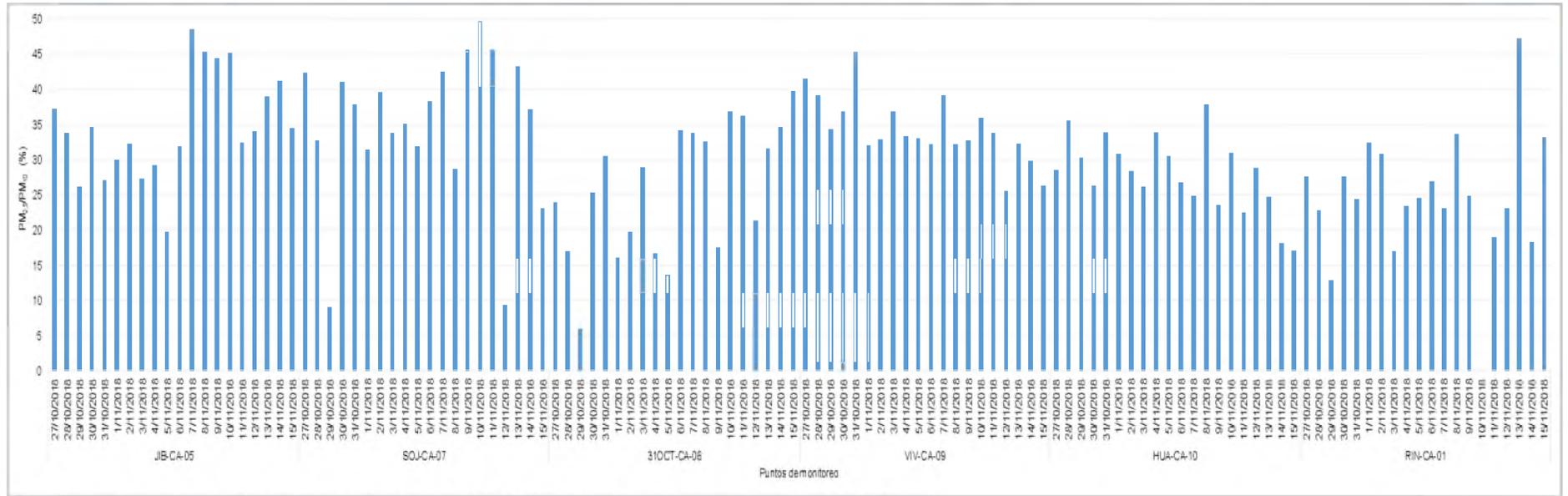


Figura 7-9. Relación entre la concentración de PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> (%) para los 6 puntos de monitoreo



Como se observa en la figura 7-9, en el punto JIB-CA-05 la relación de  $PM_{2,5}/PM_{10}$  vario entre 20 % y 49 %, siendo los mayores valores registrados los días 7, 8 y 10 de noviembre de 2018; en el punto SOJ-CA-07 varió entre 9 % y 50 %, siendo los mayores valores registrados los días 9, 10 y 11 de noviembre de 2018; en el punto 31OCT-CA-08 fluctuó entre 6 % y 37 %, siendo los mayores valores registrados los días 6, 7 y 11 de noviembre de 2018; en el punto VIV-CA-09 fluctuó entre 26 % y 45 %, siendo los mayores valores registrados los días 27, 28 y 31 de octubre de 2018, y 7 de noviembre de 2018; en el punto HUA-CA-10 fluctuó entre 17 % y 38 %, siendo los mayores valores registrados los días 28 de octubre de 2018, y 4 y 8 de noviembre de 2018; y en el punto RIN-CA-01 fluctuó entre 13 % y 47 %, siendo los mayores valores registrados los días 8, 13 y 15 de noviembre de 2018.

### 7.1.8 Modelamiento de dispersión de contaminantes utilizando Screen3

A continuación, se detallarán los resultados del modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos, teniendo en cuenta los criterios establecidos en el EIASd e ingresando los datos obtenidos en la evaluación. Las corridas realizadas por día se detallan en el Anexo F.

#### A. $PM_{10}$

En las Tablas 7-6 y 7-7 se muestra el resumen de resultados obtenidos de  $PM_{10}$ , según el software Screen3 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, para el periodo de evaluación.

**Tabla 7-6. Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad promedio entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>10</sub>**

Datos obtenidos del Screen3, con velocidad promedio de 1,167 m/s														
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2001 – PM <sub>10</sub>							Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017 – PM <sub>10</sub>						
	111,8	106,9	122,2	116,8	119,8	118,6	116,0	61,8	56,9	72,2	66,8	69,8	68,6	66,0
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio 6 puntos	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio 6 puntos
Días	Distancia mínima según ECA de IGA (m)							Distancia mínima según ECA 2017 (m)						
28/10/2018	13644,7	14604,5	12528,1	11028,5	12528,1	11060,8	13644,7	27259,2	27259,2	27259,2	22099,2	27259,2	21584,2	27259,2
29/10/2018	11404,5	11404,5	9259,5	9079,8	10327,1	9106,7	10327,1	21229,5	27205,6	19059,8	16526,3	20166,7	16163,0	20166,7
30/10/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/2018	11443,2	11443,2	10349,1	9090,0	10349,1	9117,1	10349,1	27208,2	27208,2	17935,9	16497,2	19070,4	16132,6	20149,4
1/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2018	13644,7	14604,5	12602,3	11085,7	12602,3	11118,4	13644,7	27259,2	27259,2	27259,2	22099,2	27259,2	21584,2	27259,2
6/11/2018	13610,4	14671,6	12584,3	11877,2	12584,3	11117,0	13610,4	27263,4	27263,4	27263,4	22145,7	27263,4	21634,9	27263,4
7/11/2018	13610,4	14671,6	12584,3	11877,2	12584,3	11117,0	13610,4	27263,4	27263,4	27263,4	22145,7	27263,4	21634,9	27263,4
8/11/2018	13564,1	14723,9	12629,2	11853,1	12629,2	11162,0	13564,1	27254,9	27254,9	27254,9	22171,9	27254,9	21664,5	27254,9
9/11/2018	13694,8	14647,1	12583,3	11961,6	12583,3	11132,4	13694,8	27260,5	27260,5	27260,5	22200,3	27260,5	21695,2	27260,5
10/11/2018	13706,7	14567,2	12568,2	11051,6	12568,2	11084,3	12568,2	27259,1	27259,1	27259,1	22073,0	27259,1	21555,3	27259,1
11/11/2018	13694,8	14647,1	12583,3	11961,6	12583,3	11132,4	13694,8	27260,5	27260,5	27260,5	22200,3	27260,5	21695,2	27260,5
12/11/2018	13655,8	12550,0	13655,8	11922,6	12550,0	11099,1	13655,8	27254,9	27254,9	27254,9	22171,9	27254,9	21664,5	27254,9
13/11/2018	12463,4	12463,4	11386,6	10010,7	11386,6	10040,4	11386,6	27221,4	27221,4	20163,7	21574,5	21247,5	21010,8	27221,4
14/11/2018	8164,1	8164,1	7053,6	7121,4	7053,6	7143,9	8164,1	16851,4	17957,8	13551,1	12040,8	14644,7	11780,9	15759,9
15/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mayor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia

Menor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia

«-» Datos no obtenidos, debido a que en esos días no hubo cosecha de caña de azúcar por quema controlada



En la Tabla 7-6 se aprecian las distancias a las que son dispersados el PM<sub>10</sub> (durante periodos de una hora) que se genera por la cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada (registros diarios), **de acuerdo a la velocidad promedio de 1,167 m/s**. Se tienen distintas concentraciones de referencia para PM<sub>10</sub>, según los ECA para aire 2001 (150 µg/m<sup>3</sup>) y ECA para aire 2017 (100 µg/m<sup>3</sup>), siendo las principales características, según el modelamiento realizado por el software Screen3, para los días donde hubo cosecha por quema controlada de azúcar, las que se detallan a continuación:

- En el punto JIB-CA-05, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 119,8 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 8164,1 y 13706,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 de noviembre de 2018 y la mayor el 7 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 69,8 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 14644,7 y 27263,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 6 y 7 noviembre de 2018.
- En el punto SOJ-CA-07, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 118,6 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 7143,9 y 11162,0 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 7 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 68,6 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 14644,7 y 21696,2 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto 31OCT-CA-08, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 116,8 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 7121,4 m y 11961,6 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 66,8 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 12040,8 y 22200,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto VIV-CA-09, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 106,9 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 8164,1 y 14723,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para PM<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 56,9 µg/m<sup>3</sup>, encontrándose dicho valor entre 17957,8 y 27263,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 6 y 7 noviembre de 2018.



- En el punto HUA-CA-10, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $111,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 8164,1 y 13706,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $61,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 16851,4 y 27263,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 6 y 7 noviembre de 2018.
- En el punto RIN-CA-01, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $122,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 7053,6 y 13655,8 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $72,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 13551,1 y 27263,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 6 y 7 noviembre de 2018.
- Para el caso del promedio total de los 6 puntos de monitoreo, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $116,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 8164,1 y 13694,8 m de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $66,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 15759,9 y 27263,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 6 y 7 noviembre de 2018.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 7-7.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad máxima entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>10</sub>

Datos obtenidos del Screen3, con velocidad máxima de 2,225 m/s														
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2001 – PM <sub>10</sub>							Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017 – PM <sub>10</sub>						
	111,8	106,9	122,2	116,8	119,8	118,6	116,0	61,8	56,9	72,2	66,8	69,8	68,6	66,0
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos
Días	Distancia mínima según ECA de IGA (m)							Distancia mínima según ECA 2017 (m)						
28/10/2018	1314,1	1234,5	1237,3	1277,2	1254,7	1263,5	1282,9	2727,0	2462,9	2256,1	2480,6	2399,8	2497,5	2515,9
29/10/2018	1197,2	1238,9	1148,3	1173,7	1159,4	1164,9	1177,3	2232,4	2465,6	1845,6	2033,1	1926,0	1966,6	2061,9
30/10/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/2018	1189,9	1223,5	1139,8	1165,8	1151,1	1156,9	1169,5	2215,4	2448,5	1834,5	2016,7	1910,0	1951,0	2045,8
1/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2018	1320,6	1380,0	1235,8	1275,7	1253,2	1262,0	1281,4	2725,5	3015,3	2254,8	2479,3	2348,7	2397,5	2514,5
6/11/2018	1342,4	1400,7	1251,3	1290,1	1268,3	1276,8	1295,6	2772,9	3072,1	2294,0	2577,2	2388,5	2440,1	2540,9
7/11/2018	1341,3	1399,3	1250,2	1289,3	1267,3	1275,9	1294,9	2772,4	3071,4	2293,2	2522,2	2388,5	2439,4	2558,4
8/11/2018	1350,1	1410,7	1257,0	1295,2	1273,7	1282,1	1301,1	2793,4	3097,2	2311,7	2394,7	2406,8	2458,7	2578,2
9/11/2018	1357,0	1420,4	1261,5	1299,5	1278,1	1286,4	1308,1	2809,9	3116,3	2325,7	2557,3	2422,0	2473,1	2593,2
10/11/2018	1323,0	1382,4	1237,7	1277,4	1255,1	1263,7	1283,0	2727,1	3016,0	2256,1	2480,6	2349,9	2398,7	2515,9
11/11/2018	1357,0	1420,4	1261,5	1299,5	1278,1	1286,4	1308,1	2809,9	3116,3	2325,7	2557,3	2422,0	2473,1	2593,2
12/11/2018	1349,5	1410,5	1255,9	1294,4	1272,8	1281,2	1299,9	2792,4	3096,4	2310,9	2541,4	2406,4	2457,8	2577,6
13/11/2018	1265,5	1302,9	1193,6	1228,8	1206,5	1215,2	1234,5	2474,8	2732,5	2051,2	2254,0	2135,6	2180,0	2285,4
14/11/2018	1062,6	1081,1	1023,7	1043,9	1032,5	1037,0	1046,8	1655,4	1830,9	1381,7	1505,5	1431,7	1460,1	1527,8
15/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mayor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

Menor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

«-» Datos no obtenidos, debido a que en esos días no hubo cosecha de caña de azúcar por quema controlada



En la Tabla 7-7 se aprecian las distancias a las que son dispersados el  $PM_{10}$  (durante periodos de una hora) que se genera por la cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada (registros diarios), **de acuerdo a la velocidad máxima de 2,225 m/s**. Se tienen distintas concentraciones de referencia para  $PM_{10}$ , según los ECA para aire 2001 ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y ECA para aire 2017 ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), siendo las principales características para los días donde hubo cosecha por quema controlada de azúcar según el modelamiento realizado por el software Screen3, las que se detallan a continuación:

- En el punto JIB-CA-05, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $119,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1032,5 y 1278,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 de noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 de noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017), fue de  $69,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1431,7 m. a 2422,0 m. de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto SOJ-CA-07, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $118,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1037,0 m. a 1286,4 m. de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $68,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1460,1 y 2473,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto 31OCT-CA-08, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $116,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1043,9 y 1299,5 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $66,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1505,5 y 2557,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto VIV-CA-09, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $106,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dicho valor entre 1081,1 y 1420,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $56,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1830,9 y 3116,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor



distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.

- En el punto HUA-CA-10, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $111,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1062,6 y 1357,0 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 8 y 10 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $61,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1655,4 y 2809,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto RIN-CA-01, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $122,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1023,7 y 1261,5 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $72,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1381,7 y 2325,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- Para el caso del promedio total de los 6 puntos de monitoreo, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2001) fue de  $116,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1046,8 y 1308,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 8 y 10 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{10}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $66,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1527,8 y 2593,2 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.

## B. $PM_{2,5}$

En las Tablas 7-8 y 7-9 se muestra el resumen de resultados obtenidos de  $PM_{2,5}$ , según el software Screen3, en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, para el periodo de evaluación.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 7-8. Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad promedio entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>2,5</sub>**

Datos obtenidos del Screen3, con velocidad promedio de 1,167 m/s														
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2008 – PM <sub>2,5</sub>							Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017 – PM <sub>2,5</sub>						
	14,55	10,32	17,83	16,75	14,96	15,00	14,88	39,55	35,32	42,83	41,75	39,96	40,00	39,88
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos
Días	Distancia mínima según ECA de IGA (m)							Distancia mínima según ECA 2017 (m)						
28/10/2018	15712,7	23647,9	12699,8	13575,8	15077,1	15011,0	15205,9	4790,2	5464,8	4360,9	4483,6	4732,4	4726,4	4744,1
29/10/2018	13324,2	19494,7	10204,3	11225,5	12933,2	12892,5	13012,4	3981,0	4551,3	3634,7	3748,1	3937,6	3933,1	3946,4
20/10/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/2018	13298,7	19474,6	10166,9	11192,0	12906,2	12865,3	12985,7	3971,4	4536,6	3624,4	3738,0	3927,9	3923,4	3936,8
1/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2018	16170,9	24173,8	12995,6	13853,4	15546,9	15481,9	15673,3	4902,3	5603,2	4460,2	4598,7	4845,7	4839,8	4857,2
6/11/2018	16467,7	24521,9	13186,9	14033,8	15853,0	15789,1	15977,6	4977,0	5697,7	4531,9	4677,6	4921,2	4915,4	4932,5
7/11/2018	16467,7	24521,9	13186,9	14033,8	15853,0	15789,1	15977,6	4976,9	5697,7	4530,6	4676,7	4921,0	4915,1	4932,3
8/11/2018	16607,8	24670,0	13276,7	14118,4	15996,8	15933,2	16120,6	5013,1	5740,7	4568,2	4713,1	4955,4	4949,6	4966,6
9/11/2018	16706,9	24790,7	13342,1	14178,5	16097,7	16034,3	16221,1	5043,9	5774,5	4591,1	4727,9	4956,6	4951,2	4967,2
10/11/2018	16170,9	24173,8	12995,6	13853,4	15546,9	15481,9	15673,3	4903,4	5603,2	4460,2	4599,0	4846,7	4840,8	4858,2
11/11/2018	16706,9	24790,7	13342,1	14178,5	16097,7	16034,3	16221,1	5043,9	5774,5	4596,0	4740,2	4981,2	4975,4	4992,3
12/11/2018	16607,8	24670,0	13276,7	14118,4	15996,8	15933,2	16120,6	5013,1	5740,7	4567,0	4712,3	4955,3	4949,5	4966,5
13/11/2018	14547,4	21848,5	11693,9	12627,9	14189,8	14152,5	14262,2	4434,2	5065,4	4034,7	4165,5	4384,1	4378,9	4394,3
14/11/2018	9603,5	14564,7	7559,7	8133,4	9294,0	9262,6	9355,2	2973,1	3406,0	2707,3	2789,8	2937,4	2933,7	2944,6
15/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mayor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

Menor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

«-» Datos no obtenidos, debido a que en esos días no hubo cosecha de caña de azúcar por quema controlada



En la Tabla 7-8 se aprecian las distancias a las que son dispersados el  $PM_{2,5}$  (durante periodos de una hora) que se genera por la cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada (registros diarios), de acuerdo a la velocidad promedio de 1,167 m/s. Se tienen distintas concentraciones de referencia para  $PM_{10}$ , según los ECA para aire 2008 ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y ECA para aire 2017 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), siendo las principales características para los días donde hubo cosecha por quema controlada de azúcar según el modelamiento realizado por el software Screen3, las que se detallan a continuación:

- En el punto JIB-CA-05, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 9294,0 y 16097,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2937,4 y 4981,2 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018.
- En el punto SOJ-CA-07, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $15,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 9262,6 y 16034,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $40,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2933,7 y 4975,4 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018.
- En el punto 31OCT-CA-08, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $16,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 8133,4 y 14178,5 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $41,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2789,8 y 4740,2 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018.
- En el punto VIV-CA-09, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $10,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dicho valor entre 14564,7 y 24790,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 8 y 10 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $35,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 3406,0 y 5774,5 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor



distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.

- En el punto HUA-CA-10, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 9603,5 y 16706,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2973,1 y 5043,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018.
- En el punto RIN-CA-01, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $17,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dicho valor entre 7559,7 y 13342,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $42,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2707,3 y 4596,0 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 9 noviembre de 2018.
- Para el caso del promedio total de los 6 puntos de monitoreo, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 9355,2 y 16221,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2944,6 y 4992,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 7-9.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando la velocidad máxima entre las 00:00 y 04:00 h, en el periodo de evaluación – PM<sub>2,5</sub>

Datos obtenidos del Screen3, con velocidad máxima (2,225 m/s)														
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2008 – PM <sub>2,5</sub>							Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017 – PM <sub>2,5</sub>						
	14,55	10,32	17,83	16,75	14,96	15,00	14,88	39,55	35,32	42,83	41,75	39,96	40,00	39,88
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos
Días	Distancia mínima según ECA de IGA (m.)							Distancia mínima según ECA 2017 (m.)						
28/10/2018	3398,1	5099,6	2655,4	2862,6	3293,3	3282,4	3314,5	1142,4	1213,2	1095,1	1108,3	1136,0	1135,3	1137,3
29/10/2018	2828,0	4252,9	2220,7	2391,3	2735,5	2726,0	2754,0	1085,1	1144,7	1052,6	1063,2	1081,0	1080,6	1081,8
30/10/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/2018	2818,7	4239,8	2211,5	2382,8	2726,6	2717,1	2745,1	1079,7	1137,6	1046,6	1057,4	1075,6	1075,1	1076,4
1/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2018	3475,0	5225,5	2721,6	2933,4	3371,8	3361,1	3392,7	1155,1	1232,4	1105,7	1121,9	1148,9	1148,3	1150,2
6/11/2018	3532,4	5310,8	2768,8	2982,7	3423,2	3412,6	3443,8	1165,9	1248,1	1117,6	1133,4	1159,9	1159,2	1161,1
7/11/2018	3532,4	5310,8	2767,5	2982,7	3423,2	3412,6	3443,8	1165,3	1247,2	1116,9	1132,7	1159,2	1158,6	1160,5
8/11/2018	3561,0	5348,3	2789,7	3006,6	3446,0	3435,6	3466,4	1170,0	1254,0	1122,1	1137,8	1164,0	1163,4	1165,2
9/11/2018	3582,9	5377,7	2804,8	3026,1	3463,4	3452,9	3483,7	1173,2	1258,5	1125,6	1141,2	1167,2	1166,6	1168,4
10/11/2018	3475,0	5225,5	2723,5	2933,4	3371,8	3361,1	3392,7	1156,5	1220,2	1107,3	1123,4	1150,4	1149,7	1151,6
11/11/2018	3582,9	5377,7	2804,8	3026,1	3463,4	3452,9	3483,7	1173,3	1258,6	1125,8	1141,3	1167,3	1166,7	1168,5
12/11/2018	3561,0	5348,3	2787,9	3004,1	3445,8	3435,2	3466,3	1169,1	1252,8	1121,2	1136,8	1163,1	1162,5	1164,3
13/11/2018	3159,6	4729,9	2471,2	2660,5	3048,6	3037,1	3071,1	1127,6	1191,6	1078,2	1094,4	1121,4	1120,8	1122,7
14/11/2018	2110,6	3181,5	1652,8	1781,1	2041,6	2034,5	2053,2	980,0	1022,1	954,2	962,6	976,8	976,5	977,5
15/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mayor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

Menor distancia registrada de acuerdo con la concentración de referencia

«-»: Datos no obtenidos, debido a que en esos días no hubo cosecha de caña de azúcar por quema controlada



En la Tabla 7-9 se aprecian las distancias a las que son dispersadas el  $PM_{2,5}$  (durante periodos de una hora) generado por la cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada (registros diarios), de acuerdo a la velocidad máxima de 2,225 m/s, teniendo distintas concentraciones de referencia para  $PM_{10}$  según los ECA para Aire 2008 ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y ECA para Aire 2017 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), siendo las principales características para los días donde hubo cosecha por quema controlada de azúcar según el modelamiento realizado por el software Screen3, las que se detallan a continuación:

- En el punto JIB-CA-05, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2041,6 y 2041,6 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 976,8 y 1167,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.
- En el punto SOJ-CA-07, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $15,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2034,5 y 3452,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $40,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 976,5 y 1166,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.
- En el punto 31OCT-CA-08, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $16,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1781,1 y 3026,1 m de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $41,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 962,6 y 1141,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.

En el punto VIV-CA-09, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $10,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dicho valor entre 3181,5 m. a 5377,5 m. de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $35,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dicho valor entre 1022,1 m. a 1258,6 m. de distancia de la zona de quema (registrada por día) en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la



menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.

- En el punto HUA-CA-10, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2110,6 y 3582,9 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 980,0 y 1173,3 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.
- En el punto RIN-CA-01, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $17,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 1652,8 y 2804,8 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $42,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 954,2 y 1125,8 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 11 noviembre de 2018.
- Para el caso del promedio total de los 6 puntos de monitoreo, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2008) fue de  $14,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 2053,2 y 3483,7 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y las mayores el 9 y 11 noviembre de 2018; por otro lado, la concentración de referencia para  $PM_{2,5}$  (según los ECA para aire 2017) fue de  $39,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , encontrándose dicho valor entre 977,5 y 1168,5 m de distancia de la zona de quema (registrada por día), en el periodo de una hora después de la quema programada, siendo la menor distancia registrada el 14 noviembre de 2018 y la mayor el 14 noviembre de 2018.

## 8. DISCUSIÓN

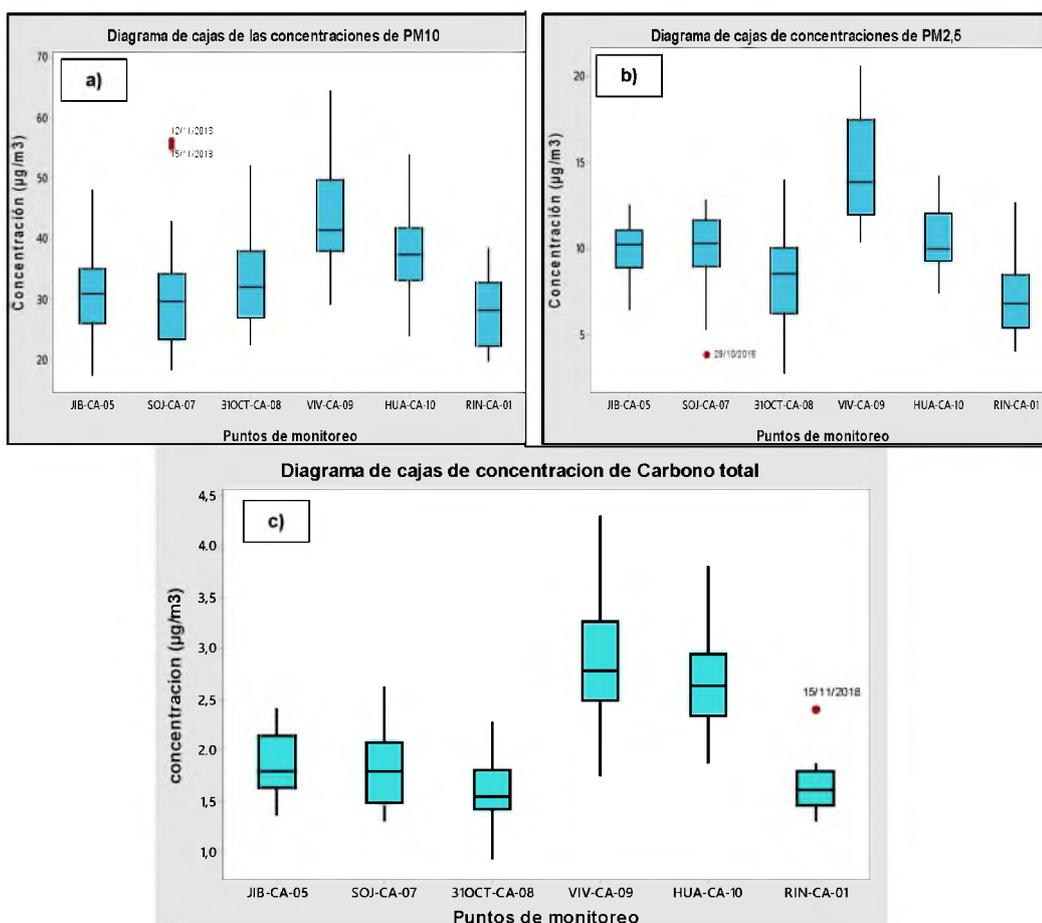
En las secciones posteriores se detallan las discusiones referentes a los resultados de calidad de aire y su análisis de la información obtenida en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C.

### 8.1 Calidad de aire

En la Figura 8-1, se aprecia que los puntos VIV-CA-09 (centro poblado Viviate) y HUA-CA-10 (ciudad de La Huaca) fueron los que presentaron mayor concentración de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  y carbono total.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad



**Figura 8-1.** Diagrama de cajas de concentración en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01, entre el periodo de monitoreo del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018. **a)** PM<sub>10</sub>, **b)** PM<sub>2,5</sub> y **b)** carbono total.

Respecto a las concentraciones registradas los días 12 y 15 de noviembre de 2018 en el punto SOJ-CA-07 (Figura 8-2), se presentó mayor frecuencia de vientos provenientes del norte (N) y del noroeste (NW), en donde se ubica la cantera Soledad (según EIA<sub>sd</sub>). Por lo anterior, aunado a que en estos días se presentaron los más bajos valores de la relación PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> (0,09 y 0,23 respectivamente), haría suponer que estos valores podrían deberse a la resuspensión de polvo, el cual sería generado por las operaciones en la cantera Soledad o por calles no pavimentadas, construcción, demolición, operaciones agrícolas, entre otras (Rojas & Galvis, 2005).



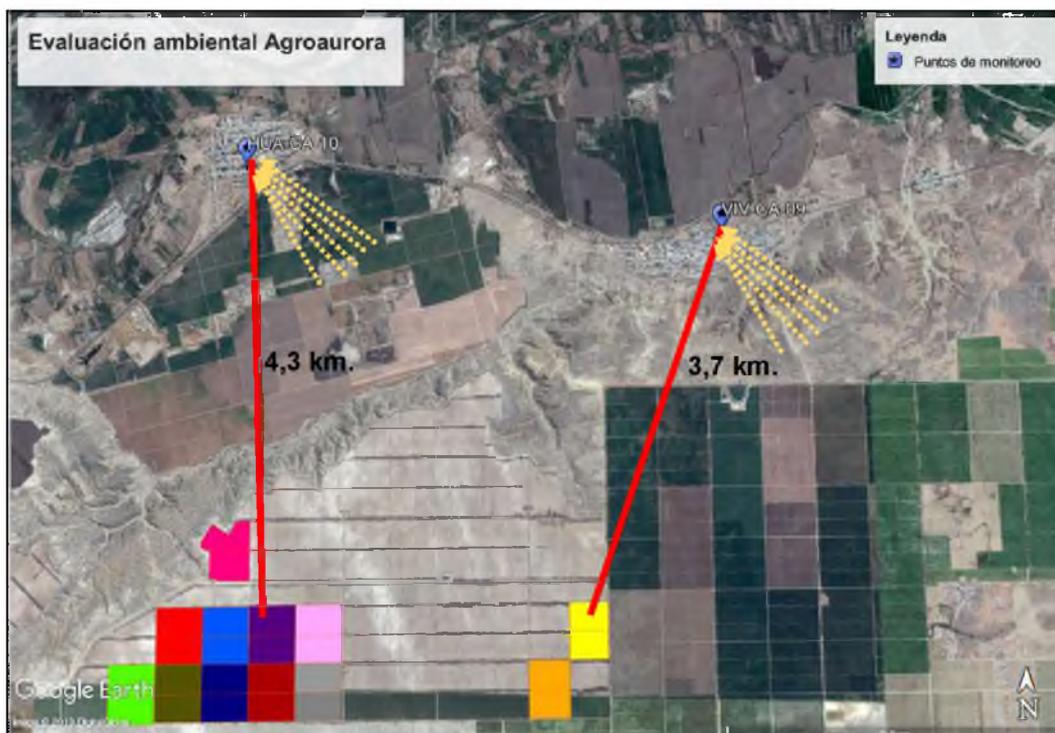
**Figura 8-2.** Rosa de vientos del punto SOJ-CA-07, registrada el 12 y 15 de noviembre de 2018



Si bien las concentraciones registradas en todos los puntos no superaron los ECA para aire 2017, los puntos HUA-CA-10 y VIV-CA-09 presentaron las mayores concentraciones de PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> y carbono total (orgánico y elemental), lo que podría estar relacionado con las cosechas de caña de azúcar realizadas en el distrito de La Huaca (Figura 8-3), puesto que las condiciones del viento entre las 00:00 a 06:00 h tuvieron direcciones predominantes sur (S) y este €, así como velocidades entre 0,5 y 2,1 m/s (ver Anexo D).

En ese sentido, estas condiciones meteorológicas influenciaron en la movilidad del material particulado generado por las cosechas de caña de azúcar mediante quema controlada realizada en octubre (28, 29 y 31) y noviembre (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14) del 2018, en el distrito La Huaca (Figura 8-3), llegando incluso a los centros poblados La Huaca y Pucusulá, tal como se aprecia Figura 8-4.

Es necesario mencionar que según el EIA<sub>s</sub>d de Agroaurora, la quema controlada de caña de azúcar se realizará entre las 00:00 y 04:00 horas, hecho que fue verificado durante la evaluación ambiental; sin embargo, pese a que la empresa ha establecido una distancia mínima de quema controlada de caña de azúcar hacia los centros poblados (a fin de garantizar la no afectación a la calidad ambiental del aire de los centros poblados), aún se pudo constatar que las cenizas generadas llegan a los centros poblados de alrededor.



**Figura 8-3.** Cuarteles de caña de azúcar de Agroaurora S.A.C., que fueron cosechados mediante quema controlada entre el 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018, en el distrito La Huaca



**Figura 8-4.** Cuarteles cosechados mediante quema controlada y cenizas encontradas en las calles de la ciudad de La Huaca y del centro poblado Pucusulá. a) 28 de noviembre de 2018. b) 29 de octubre de 2018. c) 9 de noviembre de 2018

Sobre las cenizas evidenciadas en los centros poblados La Huaca, Pucusulá, Buenaventura (distrito La Huaca) y Rinconada (distrito el Arenal), cabe indicar que no se evidenciaron actividades de quema de cultivos de caña de azúcar en terrenos colindantes a Agroaurora S.A.C., que podrían influenciar en las concentraciones reportadas durante el periodo de evaluación.

Esta ceniza (material particulado) es conocida como tizne y se desplaza según la velocidad del viento: mientras mayor sea la variabilidad de la dirección del viento, menor es la distancia frontal que recorre el tizne desde el sitio de la quema (Chaves, 1998).

Además, Cortés (1998 y 2003) menciona que «desde el punto de vista físico y técnico, el horario nocturno y sobre todo el de la madrugada, es el menos apropiado para la dispersión atmosférica de los productos de una quema, como el humo, la ceniza,



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación  
Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

diferentes gases y material particulado, ya que es precisamente en ese lapso cuando tienen lugar las menores velocidades del viento y las más altas humedades, así como las más bajas temperaturas en superficie y, por consiguiente, la mayor probabilidad de ocurrencia de inversiones térmicas, dando como resultado que, bajo esas condiciones, se lleguen a presentar en la atmósfera las mayores concentraciones de los elementos mencionados ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  y gases)».



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

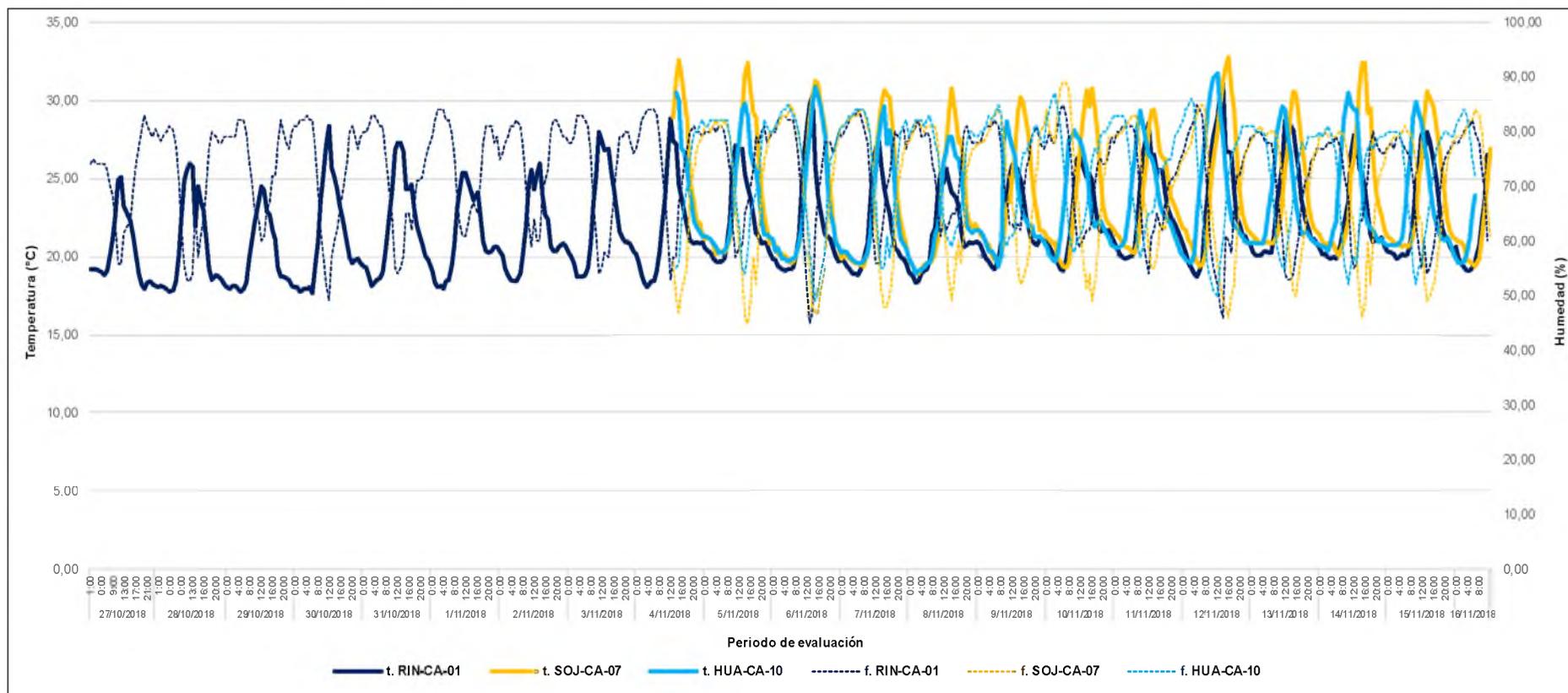


Figura 8-5. Registros de temperatura y humedad en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

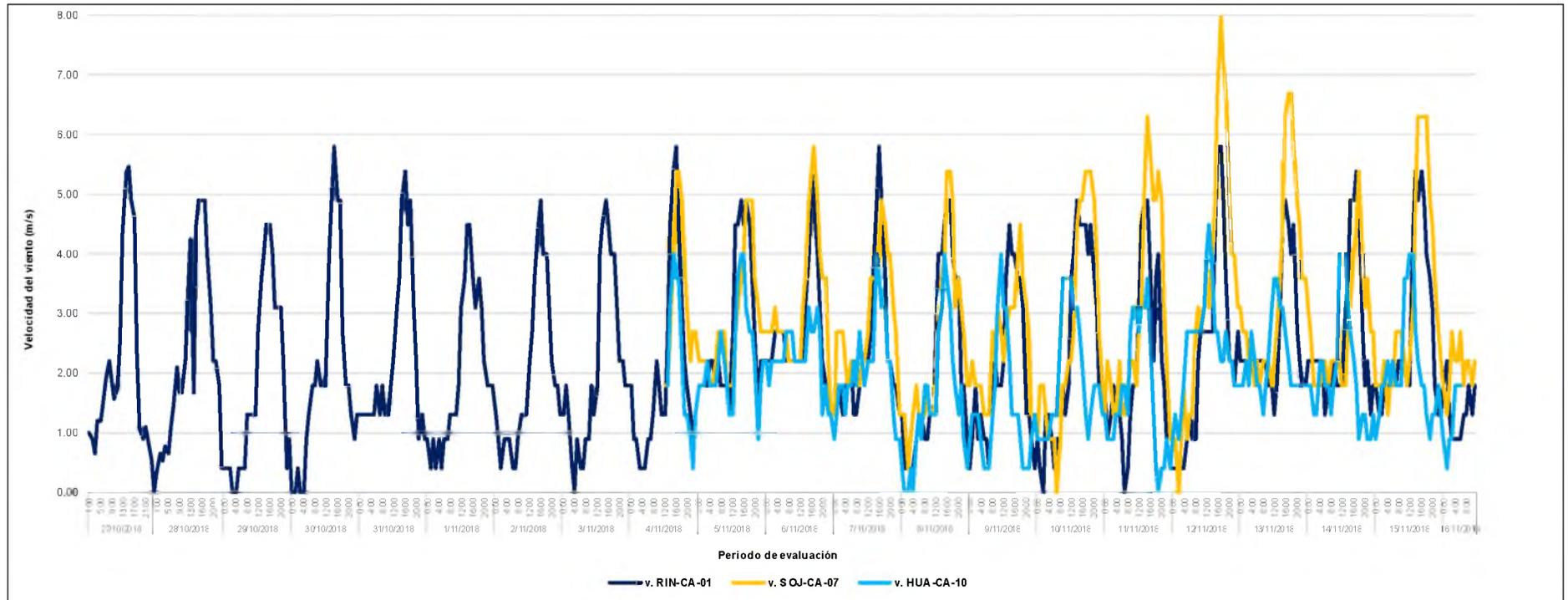


Figura 8-6. Registros de velocidades del viento (m/s) en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

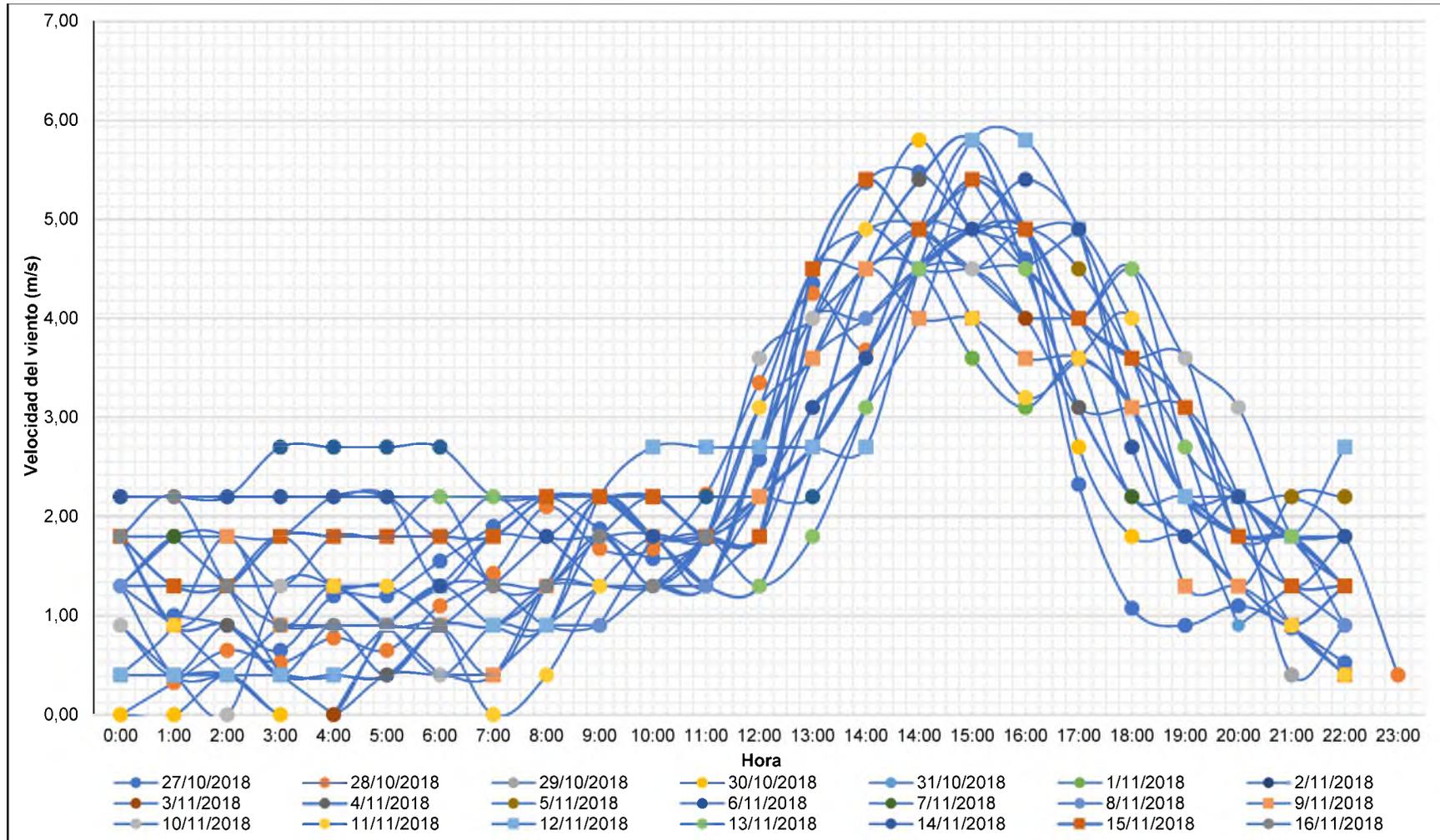


Figura 8-7. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto RIN-CA-01 para el periodo de evaluación



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

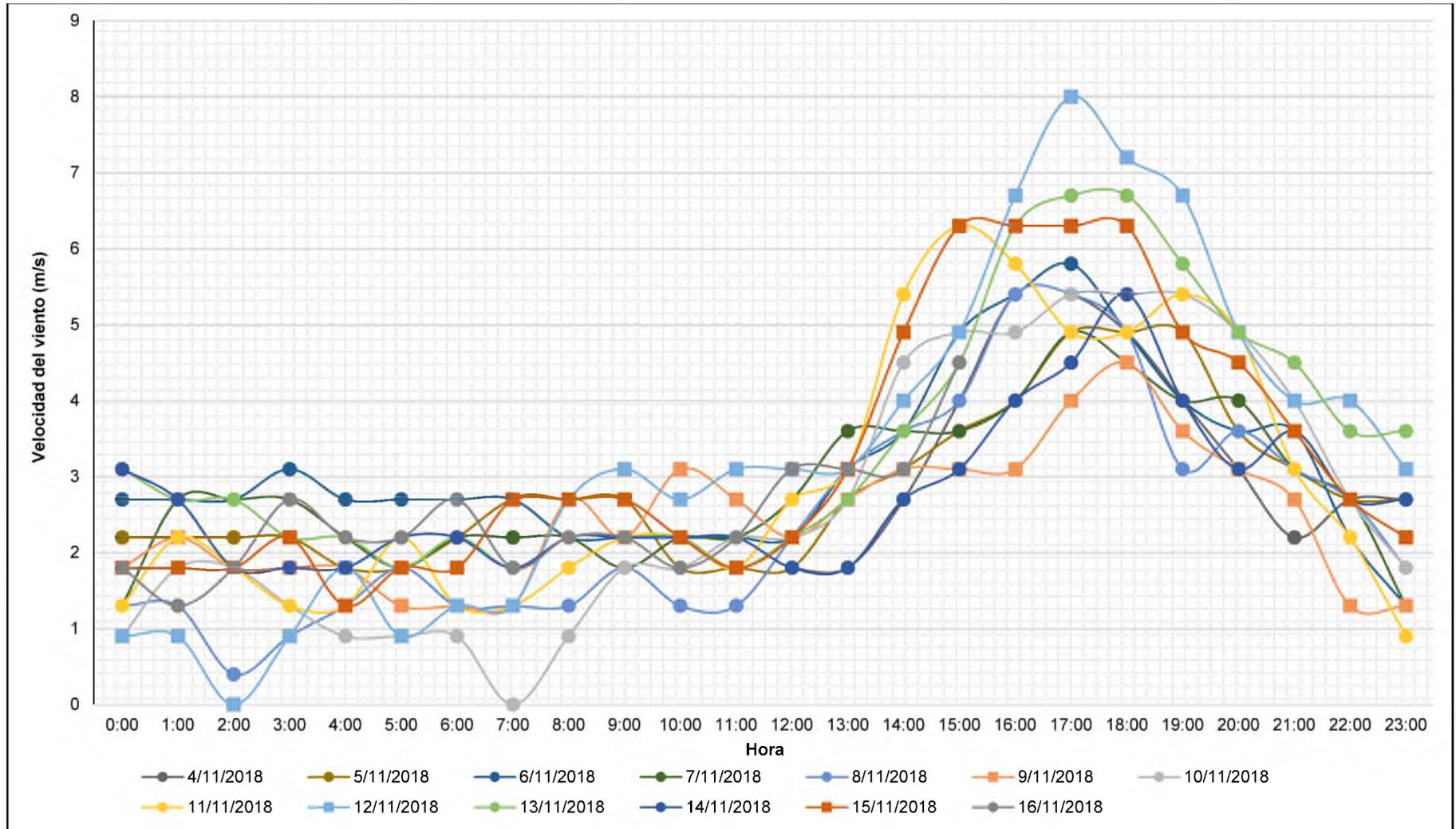


Figura 8-8. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto SOJ-CA-07 para el periodo de evaluación



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

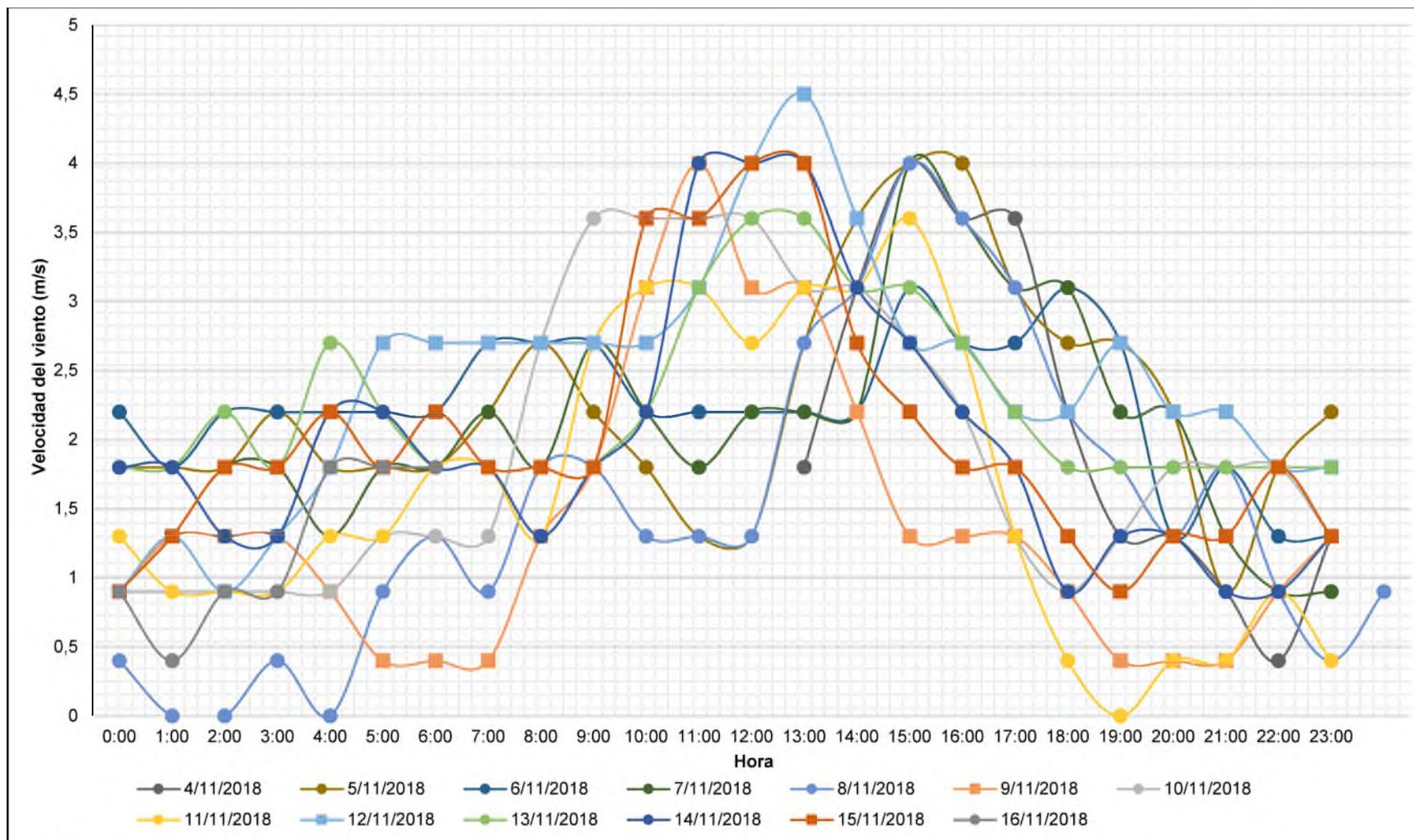


Figura 8-9. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



Lo anterior expuesto tendría relación con lo mostrado en las Figuras 8-5 y 8-6, en las cuales se evidencia que los menores registros de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y los mayores registros de humedad (%) se dan en estas horas (00:00 - 04:00 horas), coincidiendo con velocidades predominantes de viento entre 0,5 y 2,1 m/s (00:00 a 06:00 horas), lo que dificulta la dispersión de contaminantes y provoca que permanezcan en el lugar (Alvarado & Daza, 2011).

En las Figuras 8-7, 8-8 y 8-9, se muestran las velocidades de viento (m/s) en los puntos de monitoreo RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10, evidenciándose que las mayores velocidades se registran en horarios de la tarde comprendidos entre las 14:00 y 18:00 horas.

Sobre el software Screen3, los resultados expuestos en el capítulo anterior indican una relación entre las concentraciones de material particulado  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$  —generadas por la cosecha mediante quema controlada de caña de azúcar— y las áreas quemadas, evidenciándose que mientras más hectáreas (cuarteles) son quemadas por día, aumenta el material particulado. Asimismo, su dispersión se ve favorecida cuando se presentan las mayores velocidades del viento: entre las 12:00 y 16:00 horas (Figura 8-6), disminuyendo la concentración de componentes en la pluma, así como su radio o alcance.

Cabe recordar, que el Screen3 es un modelo de dispersión atmosférica simple (de tipo gaussiano) y versátil, debido a que, con un mínimo de datos de entrada, otorga predicciones y resultados de concentraciones tanto para una variedad de situaciones supuestas, como situaciones con datos reales.

Según el EIAsd, Agroaurora «asume el compromiso de no realizar la quema controlada a distancias menores a 1562,46 m, respecto al casco urbano; y 80 m, respecto al eje de vías principales intermunicipales»; estas distancias se han tomado de su modelo de dispersión de contaminantes con el software Screen3.

Al respecto, es necesario indicar que la empresa considera como dato de entrada al software un área de 10 ha; sin embargo, según en el Programa de Quema Controlada del EIAsd de Agroaurora S.A.C.<sup>17</sup>, se realizará la quema de 19,31 ha de cultivos de caña de azúcar al día. Además, por lo observado en campo en el periodo de evaluación (Anexo B), las áreas de quema se estiman la entre 13,26 y 20,9 ha.

Otro dato de entrada que se consideró en el software (según su EIAsd) fueron las velocidades del viento entre las 23:00 y 2:00 horas para el periodo 2015, siendo la velocidad mínima de 1,616 m/s, la velocidad promedio de 1,88 m/s y la velocidad máxima de 2,28 m/s; sin embargo, el mencionado instrumento señala que el horario de quema controlada será de las 00:00 a las 04:00 horas.

Por tal motivo, se realizó un modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos con los resultados obtenidos y con los datos del administrado, sujeto a diferentes condiciones de entrada, según el EIAsd de Agroaurora; estos datos se aprecian en las Tablas 8-1 y 8-2.

17

Este programa contiene los procedimientos para realizar la quema de los campos de cultivo de caña de azúcar previo a la cosecha (sea mecanizada o manual) y garantizar que no se produzca la afectación de los pobladores de los centros poblados próximos a los campos de cultivos.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 8-1. Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando diferentes condiciones de entrada según EIAsd – PM<sub>10</sub>**

Datos obtenidos del Screen3, para PM <sub>10</sub>																
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2001								Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017							
	111,8	106,9	122,2	116,8	119,8	118,6	116,0	123,14	61,8	56,9	72,2	66,8	69,8	68,6	66,0	73,14
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	Según EIAsd	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	Según EIAsd
Condiciones de entrada	Distancia mínima según ECA de IGA (m)								Distancia mínima según ECA 2017 (m)							
EIAsd: 19,31 ha. y vel. min. 1,62 m/s	3847,9	4050,8	3456,0	3653,2	3534,7	3580,8	3683,3	3426,9	7719,2	8503,6	6434,8	7044,6	6693,3	6827,9	7144,9	6338,9
EIAsd: 19,31 ha. Y vel. prom. 1,88 m/s	2674,5	2823,9	2398,4	2535,7	2457,2	2486,7	2556,6	2376,4	5410,2	5967,6	4498,0	4934,6	4688,6	4784,4	4997,0	4434,0
EIAsd: 19,31 ha. Y vel. máx. 2,28 m/s	1658,6	1757,1	1482,6	1568,7	1518,1	1537,8	1581,5	1469,3	3431,7	3793,9	2845,8	3134,0	2960,4	3023,3	3180,0	2800,0
EIAsd: 19,31 ha. OEFA: vel. prom. 1,17 m/s	8211,1	8661,0	7399,3	7801,7	7568,3	7659,2	7861,0	7332,9	16845,6	18555,7	14078,5	15118,7	14508,7	14724,3	15385,6	13901,5
EIAsd: 19,31 ha. OEFA: vel. máx. 2,23 m/s	1755,0	1857,4	1566,6	1660,4	1605,2	1626,7	1674,4	1551,0	3619,2	3985,3	2999,1	3307,0	3133,6	3201,1	3351,0	2952,6
EIAsd: 19,31 ha. OEFA: vel. prom. 1,17 m/s. Horario: 00:00 a 04:00 h.	5867,8	6187,8	5284,4	5567,6	5403,4	5463,1	5614,0	5235,4	12213,2	13414,1	9796,9	11000,6	10262,2	10549,7	11188,1	9642,9
EIAsd: 19,31 ha. OEFA: vel. máx. 2,23 m/s. Horario: 00:00 a 04:00 h.	1273,1	1318,3	1196,0	1234,8	1211,4	1220,5	1240,7	1191,6	2558,8	2829,0	2116,6	2327,8	2203,9	2251,4	2361,2	2082,1
	Mayor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia															
	Menor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia															



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 8-2.** Datos obtenidos mediante el software Screen3, utilizando diferentes condiciones de entrada según EIA<sub>sd</sub> – PM<sub>2,5</sub>

Datos obtenidos del Screen3 para PM <sub>2,5</sub>														
Concentración de referencia (µg/m <sup>3</sup> )	Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2001							Distancias (m) extraídas tomando como referencia el ECA-2017						
	14,55	10,32	17,83	16,75	14,96	15,00	14,88	39,55	35,32	42,83	41,75	39,96	40,00	39,88
Puntos de monitoreo	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos
Condiciones de entrada	Distancia mínima según ECA de IGA (m)							Distancia mínima según ECA 2017 (m)						
EIA <sub>sd</sub> : 10 ha. y vel. mín. 1,62 m/s	4508,1	6739,0	3563,0	3839,4	4374,9	4361,2	4401,6	1384,2	1587,2	1259,7	1295,5	1367,5	1365,7	1370,9
EIA <sub>sd</sub> : 10 ha. y vel. prom. 1,88 m/s	3199,6	4767,3	2509,2	2697,6	3090,4	3079,0	3112,5	1079,0	1159,9	1037,2	1050,9	1073,7	1073,2	1074,8
EIA <sub>sd</sub> : 10 ha. y vel. máx. 2,28 m/s	2022,1	3032,2	1588,2	1711,0	1957,6	1951,1	1970,2	971,0	1008,2	944,7	953,3	967,7	967,4	968,4
EIA <sub>sd</sub> : 10 ha. OEFA: vel. prom. 1,17 m/s	9659,1	14625,4	7606,5	8184,2	9347,7	9316,7	9408,0	2996,6	3431,3	2729,9	2811,9	2961,2	2957,5	2968,4
EIA <sub>sd</sub> : 10 ha. OEFA: vel. máx. 2,23 m/s	2131,7	3209,4	1675,2	1803,6	2062,9	2056,0	2076,3	979,0	1020,6	953,1	961,6	975,7	975,4	976,4
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. y vel. mín. 1,62 m/s	9722,6	14722,7	7662,1	8239,5	9407,0	9376,5	9466,5	2986,0	3425,9	2715,2	2799,0	2950,0	2946,2	2957,3
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. y vel. prom. 1,88 m/s	6860,4	10379,1	5402,9	5817,3	6639,7	6616,7	6684,4	2080,8	2389,8	1884,1	1945,2	2054,5	2051,7	2059,8
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. y vel. máx. 2,28 m/s	4358,3	6525,2	3426,3	3692,7	4219,5	4205,1	4247,6	1314,2	1476,5	1243,0	1264,5	1300,7	1299,5	1302,1
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. OEFA: vel. prom. 1,17 m/s	21221,8	32234,2	16820,4	18109,1	20426,0	20343,2	20587,3	6455,1	7372,5	5883,5	6058,8	6381,3	6373,6	6396,2
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. OEFA: vel. máx. 2,23 m/s	4587,5	6874,7	3614,0	3888,9	4438,7	4424,9	4465,5	1367,6	1559,9	1275,6	1297,1	1354,1	1352,7	1356,8
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. OEFA: vel. prom. 1,17 m/s. Horario: 00:00 a 04:00 h.	14958,1	22747,2	12191,4	13097,0	14611,3	14575,2	14681,6	4601,5	5260,9	4194,9	4321,9	4542,0	4535,8	4554,1
EIA <sub>sd</sub> : 19,31 ha. OEFA: vel. máx. 2,23 m/s Horario: 00:00 a 04:00 h.	3275,2	4901,1	2555,2	2754,3	3166,6	3155,3	3188,6	1127,4	1194,0	1075,8	1092,7	1120,9	1120,3	1122,3
	Mayor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia													
	Menor distancia registrada de acuerdo a la concentración de referencia													



Los datos de entrada con los que se obtuvieron las modelaciones en el software Screen3 de las Tablas 8-1 y 8-2 permitieron obtener diversos escenarios, observándose distancias promedio superiores a 5000 m (5 km), por lo que no se cumpliría la distancia mínima de 1562,46 m a los centros poblados indicados por Agroaurora.

Por otro lado, en el estudio «Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura», presentado por el Senamhi, se determinaron las distancias en las que se presentarían las concentraciones críticas de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ , a partir de las cuales se superarían los ECA para aire 2017; estas fueron de 70 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Cabe mencionar que estas concentraciones se obtienen luego de restarse el valor de los ECA aire 2017 menos el valor promedio de la concentración de fondo (30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $PM_{10}$  y 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $PM_{2,5}$ ).

Las distancias representan desde el punto medio de los cuarteles que fueron quemados en el periodo de evaluación hasta el punto medio de la concentración crítica, en dirección hacia los centros poblados más cercanos. Estas distancias se muestran en las Tablas 8-3 y 8-4, y están en relación con el día y el área de quema de caña.



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

**Tabla 8-3.** Distancia de concentraciones críticas (km) de PM<sub>10</sub> en dirección desde zonas de quema hacia centros poblados

Distancia promedio (km) de la zona de quema al centro poblado	Día y área de quema										
	5/11/18 20,39 ha	6/11/18 20,67 ha	7/11/18 20,67 ha	8/11/18 20,8 ha	9/11/18 20,9 ha	10/11/18 20,39 ha	11/11/18 20,9 ha	12/11/18 20,8 ha	13/11/18 18,67 ha	14/11/18 13,26 ha	
	Distancia de concentración crítica (km) de PM <sub>10</sub>										
Las Arenas de Colán	7,9	5,5	4,4		5,6	5,0	3,7	5,6	0,8	3,6	
Pucusulá	3,9			2,25	10,25*			4,6	0,8	3,6	
Buenaventura	4,9			2,25	10,25*			4,7	0,8		
Amotape	12,9			2,25					0,9		
La Huaca	4,7			3,8			3,6				
La Rinconada	8,6				5,9					3,6	
Nuevo Libertad	8,9				4,8						
Tamarindo	8,8				4,8						
Sojo	9,5										2,25

Fuente: Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura, elaborado por Senamhi

(\*) Centro poblado que se encuentra en zonas de altas concentraciones de PM<sub>10</sub>

**Tabla 8-4.** Distancia de concentraciones críticas (km) de PM<sub>2,5</sub> en dirección desde zonas de quema hacia centros poblados

Distancia promedio (km) de la zona de quema al centro poblado	Día y área de quema										
	5/11/18 20,39 ha	6/11/18 20,67 ha	7/11/18 20,67 ha	8/11/18 20,8 ha	9/11/18 20,9 ha	10/11/18 20,39 ha	11/11/18 20,9 ha	12/11/18 20,8 ha	13/11/18 18,67 ha	14/11/18 13,26 ha	
	Distancia de concentración crítica (km) de PM <sub>2,5</sub>										
Las Arenas de Colán	7,9	6,25	4,7		5,4	5,0	3,7	5,6	0,8	3,4	
Pucusulá	3,9			2,25	11,0*			4,6	0,8	3,4	
Buenaventura	4,9			2,25	11,0*			4,7	0,8		
Amotape	12,9			2,25					0,9		
La Huaca	4,7			4,8			3,7				
La Rinconada	8,6				5,8					3,5	
Nuevo Libertad	8,9				4,8						
Tamarindo	8,8				4,8						
Sojo	9,5										2,25

Fuente: Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura, elaborado por Senamhi

(\*) Centro poblado que se encuentra en zonas de altas concentraciones de PM<sub>2,5</sub>



De las Tablas 8-3 y 8-4, se observa que las distancias de concentración crítica de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  (en 8 días de modelamiento) estuvieron entre los 0,8 y 6,25 km, en dirección al centro poblado Las Arenas de Colán. Hacia los centros poblados Pucusulá y Buenaventura (en 5 y 4 días de modelamiento) se obtuvieron distancias entre 0,8 y 11 km. Asimismo, las distancias de concentración crítica para Amotape, La Huaca y La Rinconada (en 2 días de modelamiento) estuvieron entre 0,9 y 5,9 km (este último valor se presentó en La Rinconada). Mientras que para los centros poblados Nuevo Libertad, Tamarindo y Sojo (en 1 día de modelamiento) fueron de 4,8, 4,8 y 2,25 Km, respectivamente.

Cabe señalar que las mayores distancias obtenidas (10,25 y 11 km) donde se presentó concentraciones críticas solo fue en un día (8 de noviembre de 2018), llegando incluso en los centros poblados Pucusulá y Buenaventura que se encuentran a 3,5 km de los cuarteles que fueron cosechados por quema controlada. Asimismo, las menores distancias (0,8 y 0,9 km) donde se presentaron concentraciones críticas solo fue el 12 de noviembre de 2018, en dirección a los centros poblados Las Arenas de Colán, Pucusulá y Buenaventura.

Estos resultados indican que las distancias críticas varían en periodos relativamente cortos debido a factores como las condiciones meteorológicas, puesto que factores como las áreas de quema fueron constantes: en promedio 20 ha (excepto el día 14 de noviembre de 2018, cuando se quemaron 13,26 ha, en relación al centro poblado Sojo).

En ese sentido, de estas tablas y de los modelos que se pueden ver en el Anexo G, el Senamhi calcula la distancia referencial mínima (en dirección a los centros poblados La Huaca y La Rinconada) en la que se podría cosechar caña mediante quema controlada, para que el  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  no excedan los ECA aire 2017, siendo 4425 m y de 4165 m en dirección al centro poblado La Huaca, y 5675 m y 7092 m en dirección al centro al centro poblado La Rinconada.

Lo anterior descrito guarda relación con la distancia promedio de 5 km, determinada en el modelamiento de dispersión para  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  con el Screen3.

## 9. CONCLUSIONES

### 9.1 Conclusiones generales

La evaluación de la calidad de aire del ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C. comprendió el monitoreo durante 20 días (27 de octubre al 16 de noviembre del 2018), en seis (6) puntos de monitoreo ubicados en los centros poblados de Jíbito, Sojo, 31 de octubre, Víviate, La Huaca y Rinconada. Cabe precisar que los resultados obtenidos **estuvieron influenciados por tres (3) situaciones:**

- (i) La cantidad de días de quema de caña de azúcar. - durante los 20 días que comprendió la evaluación, Agroaurora S.A.C. sólo realizó la cosecha de caña de azúcar mediante la modalidad de quema controlada, durante 13 días (12 días en cuarteles ubicados en el distrito La Huaca y 1 día en el distrito Miguel Checa),
- (ii) La distancia de la población (en línea recta). – **durante el período de evaluación, Agroaurora realizó quema controlada de la caña de azúcar a una**



**distancia alejada de los centros poblados** (aproximadamente entre 3,6 a 9,6 km).

- (iii) La cantidad de área quemada. - el área quemada durante la evaluación estuvo en el rango de 13,26 ha/día a 20,9 ha/día.

En lo que respecta a los cuarteles ubicados en el distrito La Huaca, presentaron áreas quemadas que fluctúan entre 17 a 20,9 ha/día, ubicadas de 3 a 5 km de los centros poblados La Huaca (HUA-CA-10), Pucusulá y Buenaventura. Mientras que, el cuartel ubicado **más próximo al** distrito Miguel Checa presentó un **área quemada de 13,26 ha/día**, la cual se encuentra ubicada de 8 a 9,5 km de los centros poblados Sojo (SOJ-CA-07), Jíbito (JIB-CA-05) y Nueva Esperanza<sup>18</sup>.

## 9.2 Conclusiones específicas

De acuerdo al Modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos realizado mediante el software Screen3: (i) a mayor área de cultivo quemada, la concentración de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) incrementa y, (ii) a mayor velocidad del viento, **mejora la dispersión de material particulado**.

De acuerdo al Modelamiento de dispersión de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, realizado por el OEFA, cuando se registran velocidades promedio de 1,17 m/s, **para no exceder los ECA aire vigentes, la distancia mínima de quema hacia los centros poblados Pucusulá y Buenaventura debe ser de 3,9 km; siendo para La Huaca de 4,2 km y para Rinconada de 5,0 km**, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas diarias<sup>19</sup>.

Por otro lado, el «Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura», realizado por el SENAMHI con los datos obtenidos en campo por el OEFA, indican que la distancia referencial para no exceder los ECA aire en los parámetros PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, es de 4425 m y 4165 m, respectivamente, desde la zona de quema al centro poblado La Huaca. Asimismo, para el centro poblado Rinconada, el mencionado Modelamiento indica que la distancia referencial para no exceder los ECA aire para PM<sub>10</sub> es de 5675 m y para PM<sub>2,5</sub> es de 7092 m, desde la zona de quema al referido centro poblado.

Durante la evaluación realizada se obtuvo que las condiciones meteorológicas, tales como: velocidad del viento entre 0,5 y 2,1 m/s, la temperatura ambiental (16 y 18 °C) y la humedad relativa (82 y 84 %), presentes durante el horario de quema controlada de caña de azúcar (00:00 a 04:00 h)<sup>20</sup>, contribuyeron a que las cenizas generadas durante la realización de las citadas quemadas, lleguen a los centros poblados La Huaca, Pucusulá, Buenaventura y Rinconada<sup>21</sup>.

En el Modelamiento de dispersión de PM<sub>10</sub> contenido en el EIASd de Agroaurora S.A.C. para determinar la distancia mínima de quema controlada de caña de azúcar

<sup>18</sup> Como consecuencia de las 3 situaciones mencionadas, ninguno de los centros poblados monitoreados excedió los ECA Aire (2001 y 2008) (2017) y/o norma internacional<sup>18</sup> (referencial).

<sup>19</sup> Las distancias obtenidas pudieron ser determinadas debido a que durante el período de evaluación se realizó la quema de caña de azúcar en áreas cercanas a dichos centros poblados.

<sup>20</sup> Horario considerado para el modelamiento de contaminantes atmosféricos con el software Screen3.

<sup>21</sup> Durante el periodo de evaluación, no se observaron quemadas de cultivos en predios cercanos a los de Agroaurora S.A.C.



(1562 m.), Agroaurora ingreso como datos de entrada un área de quema controlada de 10 ha. y velocidades del viento mínima de 1,62 m/s, comprendida entre las 23:00 a las 02:00 h. Sin embargo, durante la evaluación se constató que estos datos no concuerdan con las actuales condiciones de quema realizadas por Agroaurora S.A.C., toda vez que en promedio se quema **19,31 ha** diarias, en horarios entre **00:00 a 04:00 h** (periodo de quema) y con una **velocidad promedio de 1,17 m/s**; por lo que la menciona empresa debe realizar un nuevo modelamiento para los centros poblados no mencionados en los párrafos anteriores.

De acuerdo al «Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura», realizado por el SENAMHI, respecto al distrito Miguel Checa, si bien se determinó una distancia mínima de quema con respecto a la población de 2,25 km, a fin de no exceder los ECA Aire vigente. La distancia obtenida obedece a que, durante el periodo de evaluación se realizó la quema de 13,26 ha de caña de azúcar en un solo día (14/11/2018) y a una distancia alejada (8 a 9,5 km) de los centros poblados Sojo, Jíbito y Nueva Esperanza.

## 10. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las distancias mínimas de quema de caña de azúcar establecidas por los softwares Screen3 y Aermod durante el periodo de evaluación, se recomienda que Agroaurora S.A.C. establezca en sus instrumentos ambientales un nuevo modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos, teniendo en cuenta hectáreas a cosechar por día y variables meteorológicas (velocidad del viento, temperatura ambiental, presión atmosférica, humedad relativa, nubosidad, entre otros) durante un año.

La cosecha de caña de azúcar mediante quema controlada de Agroaurora S.A.C. evidenciaría una contribución en el incremento de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) registrado en los centros poblados La Huaca, Buenaventura, Pucusulá y Rinconada debido a las cenizas generadas, por lo cual indicaría que se debe evaluar y establecer nuevos horarios de quema, teniendo en cuenta los periodos de mayor velocidad del viento y de temperatura ambiental diaria, así como el menor valor de humedad relativa diaria.

Se recomienda que Agroaurora S.A.C. incluya en sus instrumentos ambientales medidas de prevención socioambientales, teniendo en cuenta la generación de cenizas por la quema de caña de azúcar que causa un malestar a los pobladores y al entorno de los centros poblados de alrededor.

## 11. ANEXOS

Anexo A: Participación ciudadana

Anexo B: Reporte de campo

Anexo C: Mapas

Anexo D: Rosas de viento

Anexo E: Reporte de resultados

Anexo F: Datos de salida – Screen3

Anexo G: Modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por la quema de caña de azúcar, industria Agroaurora S.A.C., Piura



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahrens, C.D. (2012). *Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere*. (6th ed). United States: Brooks/Cole, Cengage Learning.

Alvarado, J. & Daza, N. 2011. Evaluación de los niveles de concentración de metales en PM10 producto de la quema de biomasa en el valle geográfico del río Cauca. Universidad De La Salle – Bogotá – Colombia. 311 pp.

Chaves M. 2003. Comportamiento de la ceniza (tizne) generadas en quemas de caña según datos de vientos suministrados por la red meteorológica automatizada: XV Congreso de Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica ATACORI, Guanacaste.

Cortés Betancourt, E. 2003. Comportamiento de la Ceniza (Pavesa) Generada en Quemas de Caña, Según Datos de Viento Suministrados por una Red Meteorológica Automatizada. En: Congreso de ATACORI “José Luis Corrales Rodríguez”, 15, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p: 29-40.

Cortés Betancourt, E. 1998. Evolución de la Legislación Ambiental Relacionada con la Quema de Caña de Azúcar. CENICANA. Documento de Trabajo. 4 p.

Kiely, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión.

Rojas, N. & Galvis, B. 2005. Relación entre PM2,5 y PM10. En: Revista de Ingeniería, Universidad de Los Andes. N° 22, pp 54–60. Bogotá. Noviembre de 2005.

Turner, D. B., 1969. Workbook of Atmospheric dispersion Estimates. EPA, Research Triangle Park. North Carolina. U.S. EPA.

US EPA, 1995. Screen3 User´s Guide. EPA 454/B-95-004.

Zannetti, P. 1990. Air Pollution Modeling. Theories, Computational Methods and Available Software, Comp. Mechanics Publications, Southamphthon Boston.



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 04785192"



04785192