



**INSTITUTO DE GOBIERNO Y DE GESTIÓN PÚBLICA  
SECCIÓN POSGRADO**

**REGULACIÓN AMBIENTAL Y LA QUEMA DE CAÑA DE  
AZÚCAR EN EL DISTRITO DE LA HUACA, PIURA,  
PERÍODO 2015-2018**

**PRESENTADA POR**

**OSCAR AUGUSTO FRANCISCO JURADO ARENAS**

**ASESOR**

**NORA GINA DEL PILAR TEJADA VIDAL**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GOBIERNO Y  
GESTIÓN PÚBLICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
POLÍTICAS PÚBLICAS**

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC-SA**

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INSTITUTO DE GOBIERNO Y DE GESTIÓN PÚBLICA  
MAESTRÍA EN GOBIERNO Y GESTIÓN PÚBLICA**

**REGULACIÓN AMBIENTAL Y LA QUEMA DE CAÑA DE AZÚCAR EN  
EL DISTRITO DE LA HUACA, PIURA, PERÍODO 2015-2018.**

**TESIS PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO**

**PRESENTADO POR:  
OSCAR AUGUSTO FRANCISCO JURADO ARENAS**

**ASESORA:  
DRA. NORA GINA DEL PILAR TEJADA VIDAL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: POLÍTICAS PÚBLICAS**

**LIMA, PERÚ  
2020**

### **Dedicatoria**

La presente investigación la dedico a  
mis seres queridos.

### **Agradecimientos**

Los agradecimientos a los catedráticos de la Universidad San Martín de Porres por sus enseñanzas para mi formación profesional.

## Índice de contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>X</b>
a) Descripción de la situación problemática	X
b) Definición del problema y objetivos de la investigación.	XXV
c) Estructura de la tesis	XXVIII
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de la investigación	1
1.1.1. Trabajos previos internacionales. ....	1
1.1.2. Trabajos previos nacionales. ....	11
1.2. Bases teóricas	14
1.2.1. Las externalidades negativas .....	14
1.2.2. Regulación Económica y Ambiental.....	15
1.2.3. Análisis de Impacto Regulatorio (AIR) .....	17
1.2.4. Quema de caña de azúcar.....	32
1.2.5. Teoría del riesgo creado .....	37
1.2.6. Teoría de la responsabilidad civil.....	38
1.2.7. Teoría de la culpa extensiva .....	39
1.3 Definición de términos básicos	40
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>43</b>
2.1 Formulación de hipótesis principales y derivadas	43
2.1.1 Hipótesis general .....	43
2.1.2 Hipótesis específicas .....	43
2.2 Variables y definición operacional	44
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>46</b>
3.1 Diseño metodológico	46
3.2. Diseño muestral	48
3.3 Técnicas de recolección de datos	49
3.4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	54
3.5. Aspectos éticos	56

<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	<b>57</b>
4.1. Metodología para la medición de variables	57
4.2. Análisis e interpretación	58
4.2.1 Resultados cualitativos .....	58
4.2.2. Resultados cuantitativos .....	67
4.3. Contraste de Hipótesis	73
4.3.1. Contraste de la hipótesis general.....	73
4.3.2 Contraste de la hipótesis específica 1 .....	74
4.3.3 Contraste de la hipótesis específica 2 .....	75
4.3.4 Contraste de la hipótesis específica 3 .....	76
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN</b> .....	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>94</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>99</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>107</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia	108
Anexo 2: Instrumento de medición de la variable 1. Regulación ambiental	109
Anexo 3: Instrumento de medición de la variable 2. Quemado de caña de azúcar	111
Anexo 4: Validez de contenido del instrumento que mide la variable 1	113
Anexo 5: Validez de contenido del instrumento que mide la variable 2	119
Anexo 6: Formato de Entrevista a expertos	125
Anexo 7: Base de datos de los resultados de la encuesta	127
Anexo 8: Infografía Complementaria de la Regulación Ambiental y la Quema de Caña de Azúcar en el distrito de La Huaca, período 2015-2018.	138
Anexo 9: Evaluación Ambiental del OEFA respecto de la quema de caña de azúcar en el área de influencia de la empresa AGROAURORA S.AC. - 2018	147

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Autoridades ambientales para la regulación de la quema de caña de parada para el período 2015-2018</i> .....	XIII
Tabla 2 <i>Evolución del número de consultas médicas por IRA y EDA en el distrito de La Huaca (período 2015-2018)</i> .....	XXIV
Tabla 3. <i>Matriz de Operacionalización</i> .....	45
Tabla 4 <i>Rangos de la confiabilidad del instrumento</i> .....	50
Tabla 5 <i>Confiabilidad de la regulación ambiental y quemado de caña de azúcar</i> .....	50
Tabla 6 <i>Juicio de expertos del cuestionario de regulación ambiental</i> .....	51
Tabla 7 <i>Juicio de expertos del cuestionario de quemado de caña de azúcar</i> .....	51
Tabla 8 <i>Especialistas en regulación ambiental y cultivo de caña de azúcar entrevistados</i> .....	52
Tabla 9 <i>Interacción entre indicadores e instrumentos de medición</i> .....	57
Tabla 10 <i>Resultados entrevistas</i> .....	58
Tabla 11 <i>Distribución de la frecuencia de la variable 1. Regulación ambiental</i> .....	67
Tabla 12 <i>Distribución de la frecuencia de la dimensión comando y control</i> .....	68
Tabla 13 <i>Distribución de la frecuencia de la dimensión incentivos económicos</i> .....	70
Tabla 14 <i>Distribución de la frecuencia de la dimensión certificación de la industria</i> .	71
Tabla 15 <i>Distribución de la frecuencia de la variable quemado de caña de azúcar</i> ..	72
Tabla 16 <i>Coeficiente de Correlación de Spearman entre las variables regulación ambiental y quemado de caña de azúcar</i> .....	73
Tabla 17 <i>Coeficiente de Correlación de Spearman entre la regulación comando y control y quemado de caña de azúcar</i> .....	74
Tabla 18 <i>Coeficiente de Correlación de Spearman entre los incentivos económicos y quemado de caña de azúcar</i> .....	75
Tabla 19 <i>Coeficiente de Correlación de Spearman entre la certificación de la industria y quemado de caña de azúcar</i> .....	77
Tabla 20 <i>Prueba de Normalidad Kolmogorov Smirnov</i> .....	77



## Índice de figuras

<b>Figura 1. Panorama de las alternativas regulatorias y no regulatorias de acuerdo a las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).....</b>	<b>19</b>
<b><i>Figura 2. Componentes del Rho de Spearman .....</i></b>	<b>55</b>
<b><i>Figura 3. Barras de la variable regulación ambiental.....</i></b>	<b>68</b>
<b><i>Figura 4. Barras de la dimensión comando y control .....</i></b>	<b>69</b>
<b>Figura 5. Barras de la dimensión incentivos económicos.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 6. Barras de la dimensión incentivos económicos.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 7. Barras de la variable quemado de caña de azúcar.....</b>	<b>72</b>

## RESUMEN

La tesis se realizó con el objetivo de determinar qué relación existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

El tipo de investigación fue correlacional, el diseño de triangulación concurrente (DITRIAC) y la investigación está enmarcado en el enfoque mixto. La muestra fue de tipo probabilística compuesta por 333 ciudadanos del distrito de la Huaca, Piura. La técnica que se utilizó fue la encuesta y el instrumento de recolección de datos fue el cuestionario y la entrevista a profundidad. Para la validez de los instrumentos, se utilizó el juicio de expertos y para la confiabilidad del instrumento se utilizó el coeficiente de confiabilidad de Alfa de Cronbach que salió con alto valor de confiabilidad para las variables de estudio.

En la presente investigación se arribó a la conclusión que la significancia obtenida fue menor que el nivel propuesto ( $p=0,000<0,05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018. Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 207$ ), interpretándose como: A mayor regulación ambiental, entonces menor quemado de caña de azúcar.

**Palabras claves:** regulación ambiental, quemado de caña de azúcar.

## ABSTRACT

The thesis was carried out with the objective of determining what relationship exists between environmental regulation and the burning of sugarcane in the district of Huaca, Piura, period, 2015-2018.

The type of investigation was correlational, the design of concurrent triangulation (DITRIAC), the investigation is framed in the mixed approach. The sample was probabilistic type composed of 333 citizens of the district of Huaca, Piura. The technique used was the survey and the data collection instrument was the questionnaire and the in-depth interview. For the validity of the instruments the expert judgment was used and for the reliability of the instrument the reliability coefficient of Cronbach's Alpha was used, which came out with a high reliability value for the study variables.

In the present investigation, it was concluded that the significance obtained was less than the proposed level ( $p = 0.000 > 0.05$ ), so the null hypothesis is rejected, consequently it has that: Environmental regulation is significantly related to the burning of sugar cane in the Huaca district, Piura, period, 2015-2018. Having an inverse coefficient of ( $r = -, 207$ ), interpreted as: The greater the environmental regulation, then the less sugar cane burned.

**Keywords:** environmental regulation, burned sugar cane.

## INTRODUCCIÓN

### a) Descripción de la situación problemática

En el Perú, se cultiva la caña de azúcar específicamente para conseguir 02 productos derivados a saber: el azúcar y el etanol anhidro, siendo este último un biocombustible que se utiliza para rectificar los tradicionales combustibles fósiles y hacerlos más amigables al medio ambiente. Piura es el único departamento del Perú donde se cultiva caña para la producción de etanol con la ejecución del proyecto “Caña Brava” y a partir del 2017 con el proyecto “AgroAurora”.

Las empresas cañeras en el Perú utilizan el método de quema de caña de azúcar para cosecharla, considerando que no existe en la legislación peruana una norma expresa que prohíba la quema de caña. En efecto, por un tema de costos, a las empresas les resulta menos oneroso quemar la caña que contratar trabajadores y maquinarias para cosecharla en verde.

La caña de azúcar es una planta que crece con bastantes hojas alrededor (follaje) no pudiendo ser llevada en esas condiciones a la planta industrial. Entonces, las empresas en lugar de pagar a trabajadores con sus respectivos equipos de seguridad laboral para que no se lastimen con el follaje de la caña, se opta por quemar la caña que es un proceso más rápido que cortar una por una para eliminar el follaje y ya luego, encontrándose la caña parada quemada sin follaje, es más práctico cortarla con máquinas o manualmente.

Actualmente, a nivel mundial más del 50% de la caña parada es quemada antes de ser cosechada. La práctica de quemar caña es vista como un camino eficaz para mantener productividades elevadas del cortador manual y de las cosechadoras mecánicas y entregar limpia la caña a las fábricas. Adicionalmente, la quema elimina el problema de dejar grandes cantidades de residuos en los campos, que retrasan el crecimiento en las áreas de cultivo más frías, conduciendo a una reducción de la producción por hectárea (Rein, 2012, p. 71).

Por el contrario, la cosecha mecanizada en verde, significa que la empresa azucarera implemente máquinas cosechadoras especiales que se adapten a su campo las cuales sirven para cortar y tratar la caña parada incluido el follaje. El inconveniente técnico de las máquinas cosechadoras especiales, es que dejan en el tallo de la caña cortada un residuo vegetal denominado “broza”, el cual sino se degrada en el suelo, no permitirá que crezca una nueva caña en el tallo, lo que implica a su vez problemas para la siguiente cosecha, llegando incluso a la necesidad de volver a sembrar la caña. Además, el hecho de que la empresa trabaje con máquinas cosechadoras especiales, hace que incurra en costos de mantenimiento y combustibles, los que no incurre al quemar la caña parada.

En suma, cuando la caña parada es quemada la productividad es superior en promedio a 10 toneladas más por hectárea a comparación de optar por utilizar máquinas cosechadoras especiales (Rein, 2012).

La quema de la caña genera la emisión de gases de combustión a la atmósfera, principalmente el monóxido de carbono (CO) y material particulado en abundancia (polvo) y esto incide en la calidad de aire y ello a su vez, probablemente en la salud de las personas que viven en zonas aledañas a los cultivos de caña de azúcar. Ello origina constantes denuncias ante el Ministerio Público, especialmente de los pobladores que viven en centros poblados aledaños a ingenios azucareros, por supuesta contaminación ambiental al aire por quema de caña, y a las autoridades ambientales sectoriales del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Al no existir norma expresa que regule la quema de la caña como método de cosecha en los ingenios azucareros, el rol de las autoridades ambientales se viene ciñendo en estricto a la evaluación técnica que se realice en cada estudio ambiental de cada ingenio o áreas de cultivo de caña, considerando que sí es una obligación legal que toda actividad económica cuente con un Estudio de Impacto Ambiental desde el año 2001 con la entrada en vigencia de la Ley N° 27446 – Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Téngase en cuenta que una evaluación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) implica un estudio de los posibles impactos ambientales que genere un proyecto de inversión y el titular del mismo propone las medidas de manejo ambiental o compromisos ambientales para mitigar estos impactos ambientales.

En la siguiente tabla, se explican las funciones de las autoridades ambientales que intervienen en la regulación de la quema de caña de azúcar:

*Tabla 1 Autoridades ambientales para la regulación de la quema de caña de parada para el período 2015-2018*

	Autoridad ambiental encargada de aprobar el EIA		Autoridad ambiental encargada de fiscalizar y sancionar incumplimiento del EIA y normativa ambiental	
	PRODUCE	MINAGRI	OEFA	MINAGRI
Si la persona jurídica o natural propone únicamente cultivar caña de azúcar		X		x
Si la persona jurídica natural propone cultivar caña de azúcar y a su vez instalar una planta de fabricación de azúcar y/o etanol anhidro.	X		X	

*Fuente: Ley N° 27446 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.*

*Elaboración: propia*

Se precisa además que, en el mes de mayo de 2019, el OEFA asumió la competencia de fiscalización ambiental respecto de los estudios ambientales aprobados por el MINAGRI.

Asimismo, se menciona que, de acuerdo a la base de datos del OEFA, la actividad económica más denunciada por contaminación ambiental (dentro del sector industrial y agrícola) es la producción de azúcar, precisamente por la quema de caña (véase Anexo 8).

El presente trabajo se centra en abordar la problemática por la quema de caña de azúcar y residuos agrícolas de los ingenios azucareros en el distrito de La Huaca, provincia de Paita, departamento de Piura.

En el distrito de La Huaca, desde el año 2009, se vienen desarrollando proyectos de inversión privada para el cultivo de caña de azúcar a nivel industrial, a efectos de producir azúcar y etanol.

En el año 2009 el Ministerio de la Producción (PRODUCE) aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) a la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. para el cultivo de caña de azúcar (parte agrícola) y producción de etanol anhidro (parte industrial) de manera integral (Proyecto “Caña Brava”), siendo que este actualmente se desarrolla en el área del distrito de La Huaca, Provincia de Sechura, departamento de Piura (Ministerio de la Producción, 2009).

Acorde a lo aprobado en el EIA originario, la empresa no estuvo autorizada a utilizar el método de quema de caña parada en sus campos de cultivo, debiendo emplear máquinas cosechadoras especiales. Asimismo, en el EIA se había proyectado que la broza de caña (residuo agrícola) generada producto de la cosecha mecanizada en verde, se degradaría en el suelo, por lo que la empresa no estaba autorizada a ejecutar quemas de broza de caña (Ministerio de la Producción, 2009).

En resumen, el proyecto “Caña Brava” se concibió en un inicio “100% en verde”, sin utilizar quema de caña o de broza y en caso de incumplimientos al EIA, la empresa tendría que afrontar la responsabilidad administrativa que correspondiese.

Resulta importante señalar, que en el ordenamiento jurídico peruano, existe una prohibición expresa de quema de residuos agrícolas, dispuesta en el Artículo 27



del Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, aprobado por Decreto Supremo N° 016-2012-AG, concordado a su vez, con la normativa general de residuos sólidos.

Sin embargo, AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., desde el año 2009 que inició el proyecto, viene ejecutando quemas de broza de caña en razón de que ésta no se degrada en el suelo y esta situación impide que la caña crezca para la siguiente cosecha. Independientemente de las razones técnicas, lo cierto es que esta situación resulta ser un incumplimiento al EIA y a la normativa de residuos sólidos (Ministerio de Agricultura, 2016).

Desde el año 2010, se iniciaron las denuncias ambientales por quema de caña y/o broza de caña ante diversas autoridades (Gobierno Regional de Piura, OEFA, MINAGRI, PRODUCE) por parte de los ciudadanos del distrito de La Huaca.

Esta situación fue de conocimiento de PRODUCE; no obstante, esta entidad, (en el tiempo que ejercía labor de fiscalización ambiental) no fiscalizó de manera adecuada, ni aplicó sanción a la empresa por incumplimiento a su EIA y/o a la normativa, por falta de un Reglamento Sancionador y de Escala de Multas.

En el año 2013, debido a un nuevo criterio en competencia ambientales, el Ministerio del Ambiente (MINAM) definió que el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) resulta ser la entidad competente de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. (empresa a cargo de la parte agrícola del proyecto “Caña Brava”). En tanto,

PRODUCE es el competente para SUCROALCOLERA DEL CHIRA S.A., empresa conformante del proyecto “Caña Brava” que tiene a su cargo la parte industrial (Ministerio del Ambiente, 2013).

Definida las competencias, AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., presentó al MINAGRI en marzo de 2014 la solicitud de evaluación de Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) estudio ambiental complementario al EIA que en su momento aprobó PRODUCE. Este estudio presentado al MINAGRI, abarca únicamente la parte agrícola del proyecto “Caña Brava”.

Cabe señalar que, a diferencia del PRODUCE, el MINAGRI sí cuenta con un Reglamento de Fiscalización, Sanciones y Escala de Multas, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2012-AG. Además, se señala que desde la fecha de definición de competencia de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. y hasta la fecha de aprobación del PAMA, el MINAGRI no efectuó acciones de fiscalización a la parte agrícola del proyecto “Caña Brava”.

Después de 02 años, en marzo de 2016, el MINAGRI aprobó el PAMA presentado por AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. (Ministerio de Agricultura, 2016).

El PAMA autoriza a AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., a efectuar “quemadas controladas” de broza y otros residuos sólidos agrícolas, originados por la aplicación de la cosecha mecanizada en verde. La razón de convalidar esta manera de

eliminación de residuos -según el MINAGRI- responde a un tema sanitario, a efectos de reducir el número de plagas (Ministerio de Agricultura, 2016).

En términos simples, el MINAGRI convalidó las quemas de broza de caña, por lo que actualmente la empresa no incurre en infracción si ejecuta tales quemas, según los parámetros aprobados en el PAMA. El MINAGRI estableció parámetros para la quema de broza y además la implementación progresiva de un plan de reaprovechamiento de la broza en 05 años. En ese sentido, al 2021, AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. ya no debería ejecutar quema de broza de caña, pues ya contaría con un mecanismo alternativo y tecnológico para reaprovechar la broza (Ministerio de Agricultura, 2016).

En la actualidad, AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. se encuentra en proceso de implementación de las medidas del PAMA. Hasta el 2018, la empresa sigue en proyectos pilotos para tratar de no quemar broza de caña, sin encontrar aún una solución definitiva.

Sin perjuicio del proceso de adecuación de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., las denuncias ambientales y malestar por parte de los ciudadanos de La Huaca persiste.

Respecto al proyecto “AgroAurora”, el PRODUCE en el mes de enero de 2017, aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto referido.

En cuanto al cultivo de caña, se establece la quema de caña parada de azúcar bajo un programa de “quema de caña controlada”; esto es, no se permite a la empresa quemar en 1.5 km de distancia entre los 8 centros poblados aledaños y los campos de cultivo, entre otros factores similares a los establecidos en el PAMA de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. (Ministerio de la Producción, 2017).

En los campos agrícolas aledaños a centros poblados, se iniciará pruebas pilotos de cosecha mecanizada en verde, los cuales servirán para hacer extensiva la cosecha mecanizada progresivamente. En estas pruebas piloto, se generará broza de caña en pequeñas cantidades (Ministerio de la Producción, 2017).

Resulta importante recalcar que, quemar caña parada para eliminar el follaje y malezas, no es lo mismo que quemar broza de caña, siendo este último un residuo sólido.

Asimismo, en el EIA aprobado por PRODUCE se estableció un cronograma de implementación progresivo para la eliminación total de quema de caña de azúcar e implementación de cosecha mecanizada en 30 años de iniciado el proyecto (Ministerio de la Producción, 2017).

En la misma línea, el EIA estableció que la empresa debe implementar un proyecto para reaprovechar la broza de caña que se generará producto de la cosecha mecanizada (Ministerio de la Producción, 2017).

Por su parte, el OEFA se encarga de ejecutar fiscalización ambiental respecto del cumplimiento del estudio de impacto ambiental.

La regulación ambiental de la quema de caña de azúcar, depende por ahora de lo que proponga el titular del proyecto en el estudio ambiental y su voluntad de inversión en mejoras tecnológicas en sus procesos productivos.

En efecto, existe un problema de asimetría informativa entre las empresas cañeras proponentes del EIA y el Estado. En teoría, en el EIA la empresa debería proponer sus “máximos esfuerzos” para cosechar caña sin quema, pero el Estado no tiene como saber si efectivamente la empresa está esforzándose al máximo para lograr el fin antes referido (el Estado no conoce la estructura financiera de la empresa o si la empresa cuenta con secretos industriales, por ejemplo).

En este contexto, al no poder el Estado demostrar que la empresa puede esforzarse más de lo declarado en el EIA para no quemar caña, procede a convalidar la estrategia ambiental propuesta por la empresa. Aunado a ello, no existe en el actual contexto regulatorio, incentivos específicos para que las empresas cañeras propongan acciones en el EIA que reflejen su máximo esfuerzo para dejar de quemar caña en el más corto plazo.

La ausencia de regulación específica para la quema de caña, hacen inviable una actuación efectiva que haga internalizar a las empresas cañeras los impactos

ambientales generados a la ciudadanía, por la quema de caña parada o de broza de caña (externalidad negativa).

Respecto a la fiscalización ambiental de los compromisos ambientales asumidos en los estudios ambientales de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. y AGROAURORA S.A.C., la entidad fiscalizadora ambiental (OEFA o el MINAGRI) ciñe su labor a los compromisos ambientales aprobados en el estudio ambiental, no pudiendo ir más allá de los mismos.

En esta lógica, si la autoridad certificadora ambiental aprobó en el estudio ambiental quema controlada de caña parada o de broza, el fiscalizador ambiental no podría sancionar tales circunstancias. La entidad de fiscalización ambiental sólo podría sancionar eventualmente incumplimientos de las condiciones establecidas en los estudios ambientales para ejecutar quemas de broza y de caña parada.

Para el período 2015-2018, no se registran imposición de sanciones ejecutoriadas u otro tipo de medida por parte de las autoridades competentes a las empresas cañeras asentadas en el distrito de La Huaca, pese a que se realizaron acciones de fiscalización ambiental.

Respecto a los monitoreos ambientales de calidad de aire efectuados en el distrito de la Huaca, estos vienen siendo realizados por las empresas AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. y la empresa AGROAURORA S.A.C., desde el año 2009 y 2017 respectivamente, de acuerdo a los estudios ambientales aprobados.

En los monitoreos de calidad de aire que viene realizando las empresas AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. y AGROAURORA S.A.C. se vienen reportando en todos los casos valores que cumplen con el Estándar de Calidad de Aire (ECA aire).

Cabe señalar que, de acuerdo a los compromisos ambientales asumidos en sus respectivos estudios ambientales, no es obligatorio para las empresas realizar estos monitoreos en el momento que realice quemas controladas, por lo que no se tiene certeza del nivel de impacto ambiental a la calidad de aire cuando se está practicando la quema de caña.

En el mes de enero de 2018, a iniciativa de la congresista de Fuerza Popular, Gladys Andrade Salguero, se presentó al Congreso de la República un proyecto de ley que tiene como finalidad la creación de la “Comisión Especial para la Reducción Progresiva de la quema de la Caña de Azúcar previo a su cosecha” (Congreso de la República, 2018).

De acuerdo a la iniciativa legislativa, se busca conformar la Comisión Especial con la participación de autoridades públicas involucradas en la gestión ambiental de los ingenios azucareros y las empresas azucareras, a efectos de que se genere un Plan de Acción, para tomar decisiones concertadas a corto, mediano y largo plazo para la erradicación de la quema de caña de azúcar.

Resulta importante señalar, que este proyecto de ley dentro de sus fundamentos considera la situación ambiental del distrito de La Huaca. No obstante, a la fecha, ese proyecto de ley aún no ha sido debatido en el Pleno del Congreso.

En el mes de febrero de 2018, diez empresas azucareras (entre ellas AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. y AGROAURORA S.A.C.) anunciaron públicamente la creación de la “Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados” (APAAD), la misma que tiene el objetivo de promover la evolución y desarrollo de la industria azucarera, resaltando su valor para la economía y sociedad peruana.

Con la conformación de la APAAD se busca poner en valor a todos los actores que son parte de la cadena productiva de la caña de azúcar, conformada por empresas agroindustriales, agricultores independientes, y proveedores de insumos y servicios agrícolas.

De acuerdo a las declaraciones de este gremio a la prensa y de su descripción en su página web, la finalidad de su creación no sería específicamente mejorar la gestión ambiental de las empresas que lo conforman, ni asumir mayores compromisos ambientales en sus estudios, ni buscar la obtención de certificaciones ISO (certificaciones de industria) para el cultivo de caña.

Posteriormente, en el mes de noviembre de 2018, el OEFA, tomando en cuenta la problemática ambiental en La Huaca, suscribió un convenio con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) a efectos de realizar un



estudio técnico respecto del impacto ambiental generado por las emisiones de quema de caña de azúcar generadas por AGROAURORA S.A.C., en los distritos aledaños, como es La Huaca.

El estudio técnico incluyó monitoreo ambiental de calidad de aire continuo por 20 días y un modelamiento de dispersión de contaminantes en la atmósfera emitidos por la quema de caña de azúcar efectuada por AGROAURORA S.A.C., y su impacto en la calidad de aire.

De acuerdo a los resultados de este estudio técnico se concluye que la distancia establecida en el EIA aprobado por PRODUCE entre las áreas de quema y los centros poblados, no logra garantizar el cumplimiento de los valores de ECA aire y en consecuencia, tal y como está aprobado el EIA, existe un riesgo de afectación a la calidad de aire de los centros poblados aledaños del proyecto “AgroAurora”.

Esto significa, que a efectos de cumplir con el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA aire), AGROAURORA S.A.C., debería quemar a una distancia mayor a la establecida en el EIA.

Por otro lado, de acuerdo a la base de datos de la Dirección Regional de Salud, el número de consultas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) son las de mayor número, en comparación con las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) en el distrito de La Huaca.

Tabla 2 Evolución del número de consultas médicas por IRA y EDA en el distrito de La Huaca (período 2015-2018)

Tipo de Enfermedad		Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018 (enero - septiembre)
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)		1 043	2 191	1 555	873
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) con complicaciones (neumonía o asma)		43	35	30	5
Enfermedades Agudas (EDA)	Diarreicas	140	178	110	69

(\*) Se consideran los centros poblados de Vivate, Nomara y Macacara.

Fuente: Dirección Regional de Salud del Gobierno Regional de Piura (DIRESA)

Elaboración: propia

Cabe señalar que, no existe antecedente de un estudio epidemiológico efectuado por autoridades para determinar las causas de las IRA en La Huaca.

De igual manera, se señala que resulta complicado probar el nexo causal entre la actividad riesgosa (quema de caña) y el deterioro de la salud de las personas (IRA), pues pueden existir diversos factores que contribuyen a estas enfermedades; resaltando, además, que los efectos de la quema de caña de azúcar en la salud de las personas, podría materializarse recién en un extendido lapso de tiempo.

Siendo así, al hecho de no contar con regulación adecuada para la quema de caña que incentive un cambio de conducta en las empresas cañeras, se le suma el de no existencia de evidencias de daños en la salud de las personas por quema de caña de azúcar en el corto y mediano plazo, por lo que las empresas tampoco tendrían incentivos por esta parte para internalizar su externalidad negativa.

No obstante, -como se verá en la presente investigación- la quema de caña de azúcar genera un riesgo de afectación a la calidad de aire que podría repercutir de manera negativa en la salud de las personas. De ahí la necesidad, de que tal actividad sea regulada.

## **b) Definición del problema y objetivos de la investigación.**

### **Problema principal.**

¿Qué relación existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?

### **Problemas específicos.**

#### **Problema específico 1.**

¿Qué relación existe entre la regulación comando y control y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?

#### **Problema específico 2**

¿Qué relación existe entre los incentivos económicos producto de la regulación ambiental y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?

#### **Problema específico 3**

¿Qué relación existe entre la certificación de la industria y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?

### **Objetivo general.**

Determinar qué relación existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

### **Objetivos específicos.**

#### **Objetivo específico 1.**

Determinar qué relación existe entre la regulación comando y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

#### **Objetivo específico 2.**

Determinar qué relación existe entre los incentivos económicos producto de la regulación ambiental y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

#### **Objetivo específico 3.**

Determinar qué relación existe entre la certificación de la industria y el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

### **Hipótesis principal.**

La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

### **Importancia del estudio.**

Se centra en la determinación de la correlación que existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar y su incidencia en la problemática socioambiental en el distrito de La Huaca.

Una vez determinada la correlación, se realizarán las recomendaciones respectivas orientadas a las acciones que tendrían que adoptar las entidades públicas para buscar la solución a esta problemática, considerando un diseño de regulación estratégica.

### **Limitaciones del estudio.**

Respecto a las limitaciones del presente estudio, se menciona que no existe estudio técnico de organismo internacional que concluya el grado de afectación de la quema de la caña a la salud de las personas.

En el Perú, tampoco se ha estandarizado o validado metodología de estudio epidemiológico que permita determinar la incidencia de la quema de caña de azúcar en la salud de las poblaciones aledañas a los campos de cultivo en el distrito de La Huaca.

Asimismo, en el Perú no se ha regulado normativamente la quema de la caña de azúcar como método de cosecha. De esta forma, las limitaciones están expresadas en la no existencia de referencias bibliográficas (tesis) y/o antecedentes

nacionales de estudios de políticas públicas ambientales en el tema de quemado de caña de azúcar.

Por otra parte, el tiempo resulta imprescindible por cuanto el espacio geográfico al que ha sido delimitado el problema se encuentra distante. Estas limitaciones estarán representadas por la disponibilidad y colaboración del investigador.

### **c) Estructura de la tesis**

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera: Introducción: Contiene la situación problemática. El primer capítulo: Marco teórico, contiene los antecedentes, la fundamentación científica, técnica o humanística. El segundo capítulo: Hipótesis y variables, contiene las hipótesis y las variables planteadas en la presente investigación. El tercer capítulo: Metodología de la investigación, contiene la metodología empleada en la investigación. El cuarto capítulo: Resultados.

Se presentan los resultados obtenidos de la entrevista a profundidad y la estadística descriptiva e inferencial. El quinto capítulo: Discusión, se formula la discusión de los resultados comparando con trabajos de otros investigadores. Se presentan las conclusiones y las recomendaciones, aportes de la investigación científica, además se presentan las referencias, donde se detallan las fuentes de información empleadas para la presente investigación.

Finalmente, los anexos son la matriz de consistencia, certificado de validación de instrumentos, instrumento de medición en la variable 1 denominada regulación ambiental y la variable 2 denominada quemado de caña de azúcar, la matriz de datos y la infografía complementaria.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes de la investigación

#### 1.1.1. Trabajos previos internacionales.

- **Rangel, Henriquez, Costa, & De Lira** (2018) en el artículo científico “An assessment of dispersing pollutants from the pre-harvest burning of sugarcane in rural areas in the northeast of Brasil”.

**Medidas Restrictivas**: los investigadores señalan que en los últimos años, el gobierno brasileño ha aplicado varias restricciones con respecto a la prevención de la contaminación ambiental. Aunque la legislación brasileña se está volviendo más estricta en cuanto a la quema de caña de azúcar antes de la cosecha, esta práctica se usa con frecuencia para ayudar a la cosecha manual. En la región noreste de Brasil, la caña de azúcar es un cultivo importante, que representa aproximadamente el 15% de la producción nacional en un área total de 1, 060, 660 hectáreas, la producción promedio es de 51,119 kg por hectárea. La quema de caña de azúcar antes de la cosecha genera humo, que tiene una alta concentración de contaminantes atmosféricos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), partículas (PM 2.5 y 10), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), volátiles orgánicos Compuestos (COV) y óxidos de nitrógeno (NOX). El estudio estima el volumen de CO, P.M. 2.5 y NOX se generan y cómo se dispersan en la atmósfera cuando esto surge de la quema de biomasa de caña de azúcar en



las zonas rurales del noreste de Brasil, y lo hace mediante el uso del software de simulación AERMOD VIEW.

**Medidas para disminuir los efectos externos negativos:** Utilizando las características de las emisiones y los datos ambientales (meteorológicos y topográficos), se obtuvieron perfiles de aire de calidad basados en la dispersión de contaminantes. Se tomaron en cuenta tres estudios para determinar la relación entre la dispersión de contaminantes y algunos parámetros del proceso de quema, como los de la distribución espacial de los recursos, la duración de la quema antes de la cosecha y la influencia de la quema en diferentes meses. En cuanto a la distribución espacial, dividir un área en pequeños lotes contribuye a disminuir la concentración máxima de contaminantes en un 53% en comparación con la quema de un área única de tamaño equivalente.

**Conclusión** El estudio de la duración de la quema indicó que hacerlo gradualmente (utilizando un procedimiento más largo) podría disminuir la concentración máxima de los contaminantes por una relación inversa. El período de cosecha en esta región es entre noviembre y abril. El proceso de dispersión de contaminantes fue mayor en febrero. En el mes de abril presentó las peores condiciones de dispersión y se asoció con las concentraciones más altas de contaminantes.

- **Da Silva, Tavares, Saran, & Alves** (2018) en el artículo científico “An Exploratory Analysis of the Effect of Regulatory Policies for Pre-Harvesting Sugarcane Straw Burning on Hospital Admissions for Respiratory Diseases in the State of Sao Paulo, Brasil”, los investigadores mencionan que las emisiones generadas por la quema de caña de azúcar se han asociado con efectos respiratorios agudos y un aumento en los ingresos hospitalarios, entre otros efectos a la salud.

**Medidas Restrictivas:** En 2002, el estado de São Paulo (SP) aprobó una ley que se adoptó en 2003 que prevé la eliminación progresiva de la práctica de quema de caña de azúcar hasta el año 2031. Este proceso se ha acelerado mediante acuerdos de protocolo voluntario entre el Estado y los productores de azúcar, con incentivos proporcionados por el Estado, y la quema de paja de caña de azúcar antes de la cosecha podrían haberse eliminado en 2017.

**Conclusión:** Los resultados mostraron que las medidas legales para eliminar la quema de caña de azúcar antes de la cosecha no fueron efectivas en ninguna ciudad del estudio. Además, el período coincide con una expansión de las áreas de plantación de caña de azúcar en el estado de São Paulo. Por lo tanto, las medidas legales y voluntarias no han demostrado ser suficientes para proteger la salud pública en el área de estudio.

- **De Oliveira, y otros** (2018) en el artículo científico “*Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review*”

**Producción de caña de azúcar.** La investigación señala que Brasil es un importante productor de caña de azúcar y su producción se ha duplicado con creces en las últimas décadas para satisfacer las demandas mundiales de bioenergía para reducir la dependencia del petróleo crudo y mitigar el cambio climático. Sin embargo, no se conocen los efectos adversos de este crecimiento que ponen en peligro la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar, especialmente cuando los impactos ambientales de los insumos agrícolas y los procesos de producción no se manejan con prudencia.

**Aportes teóricos.** El estudio es una revisión exhaustiva del estado del conocimiento y los principales avances logrados hasta el momento en el sector de la caña de azúcar. Los principales impactos ambientales de la rápida expansión de las plantaciones de caña de azúcar es el cambio de uso de la tierra y su competencia con la producción de alimentos, así como los asociados con el cultivo de caña de azúcar en Brasil.

**Aspectos Prácticos.** El primer resultado es que la plantación de caña de azúcar no contribuyó a la deforestación directa, y su expansión en pastizales degradados con el consiguiente aumento de los rendimientos de los cultivos alimentarios y la intensificación del ganado disminuyó la competencia de tierras entre los alimentos y la caña de azúcar. La recolección de caña de

azúcar que no se quema es una estrategia beneficiosa para todos debido a sus beneficios relacionados con aspectos agronómicos y ambientales, pero la compactación del suelo es uno de los principales problemas en los sistemas de cultivo de la caña de azúcar. La caña de azúcar es altamente eficiente en términos de eficiencia en el uso de nitrógeno, que es un factor importante para su alto balance energético. Sin embargo, se debe prestar especial atención a las emisiones de óxido nitroso cuando la cobertura con paja se combina con la aplicación de fertilizante nitrogenado y vinaza. Los avances recientes en el sector de la caña de azúcar también muestran reducciones significativas en el consumo de agua, haciendo del etanol de la caña de azúcar una de las opciones más favorables en términos de huella hídrica.

**Conclusión:** La creciente realización de un vasto potencial indica la necesidad de mejorar aún más los beneficios ambientales del etanol de caña de azúcar mediante la optimización de la cadena de producción agrícola.

- **Do Vale, De Mello, Da Silva, & Cruz (2017)** en el artículo científico “Nitrogen fertilizer effect in production, nutrient accumulation and nitrogen efficiency use of second ratoon sugarcane harvested without straw burning, Brasil”

**Aspectos teóricos:** señalan que la cosecha de caña de azúcar después de la quema de paja implica una rápida mineralización de la biomasa y las emisiones de gases de efecto invernadero. En este contexto, el mantenimiento

de la paja de caña de azúcar en el suelo es una nueva estrategia para evitar los efectos ambientales nocivos, pero impone una nueva dinámica con respecto al nitrógeno en el sistema suelo-planta. Finalmente la fertilización con nitrógeno promovió un aumento en la producción de hojas (senescentes y jóvenes) y en los tallos de las plantas de caña de azúcar.

**Aspectos prácticos:** el exceso de nitrógeno disminuyó la acumulación de macro y micronutrientes y la eficiencia del uso de nitrógeno por la caña de azúcar debido al efecto de dilución. Aunque la deposición de paja en la superficie del suelo del campo de la caña de azúcar ocurrió durante seis años, la mineralización de la materia orgánica de la paja no proporcionó suficiente nitrógeno para el crecimiento de las plantas de caña de azúcar en los tratamientos de control, lo que requirió la aplicación de nitrógeno mediante la fertilización.

**Conclusión:** Es necesario adoptar nuevas estrategias de fertilización con nitrógeno para aumentar la eficiencia del uso de nitrógeno para una mayor producción de caña de azúcar.

- **Costa & Lima** (2016) en su artículo científico “Environmental Regulation, Structural Transformation and Skilled Migration: Evidence from the Brazilian Sugarcane Industry, Brasil”, el estudio muestra cómo la regulación ambiental puede llevar a la adopción de tecnología y la transformación estructural en

economías rurales. El escaso acceso a las áreas rurales es clave para este proceso donde tendría que existir trabajadores calificados, se utilizó la teledetección en la producción el final de la quema de caña de azúcar en el estado de São Paulo, Brasil para demostrar que la ley ambiental se lleva a cabo mediante una rápida adopción de recolección mecánica limpia.

- **Velásquez** (2017) en su estudio titulado “La educación ambiental, una reflexión en torno a la relación entre comunidad educativa y medio ambiente, desde los imaginarios colectivos y espacios de la institución educativa Playa Rica, en el municipio el Tambo-Cauca, Colombia, tesis presentado como requisito para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente”.

**Aspectos Teóricos:** el estudio resaltó la importancia de la educación ambiental, en la población, colegios y Universidades;

**Conclusión:** la investigación concluye que es necesario incentivas una cultura ambiental en los estudiantes y ciudadanía en general, que cree verdadera conciencia ambiental.

- **Mugica, y otros** (2015) en su artículo científico “Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos, México”,

**Problemática:** mencionan que la quema de caña de azúcar es una práctica agrícola implementada para facilitar las tareas de los trabajadores agrícolas; sin embargo, como consecuencia, se emiten toneladas de partículas a la atmósfera. Además, durante la recolección, los ingenios azucareros operan todo el día y emiten cientos de toneladas de contaminantes. Por lo tanto, los riesgos para la salud de la población deben ser una preocupación importante del gobierno, lo que debe conducir primero a la identificación y cuantificación de compuestos tóxicos, como los hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP).

**Metodología :** Para establecer la magnitud del problema, se realizaron cuatro campañas de muestreo de PM10 y PM2.5 en este estudio, durante las temporadas de cosecha y no cosecha en dos municipios de México, con diferentes condiciones climáticas y sociales. Las concentraciones de PM10, PM2.5 y los compuestos orgánicos se determinaron diariamente, seguido de la extracción, identificación y cuantificación de los 17 HAP establecidos por la EPA de todas las muestras.

**Resultados del estudio:** Los resultados muestran que durante la cosecha, la masa de PM10 aumentó ligeramente en Chiapas, pero aproximadamente dos veces en Morelos, mientras que las concentraciones totales de HAP aumentaron dos y seis veces, respectivamente. Del total de HAP cuantificados, entre el 44% y el 52% correspondieron a compuestos carcinógenos, en consecuencia, el potencial carcinogénico global aumentó

dos o tres veces. Los resultados obtenidos indican que el procesamiento y la quema de la caña de azúcar son las principales fuentes de los niveles de HAP medidos, lo que demuestra que los riesgos para la salud aumentan durante la recolección debido a los aumentos de PM y HAP.

- **Rojas** (2012) en su investigación titulada “Efecto de la quema de la caña de azúcar en las propiedades del suelo en Tancanhuitz San Luis Potosí, México”, tesis para obtener el título de Ingeniera Agroecóloga”.

**Objetivo General:** El estudio tuvo como objetivo determinar si la quema de caña afectaba la calidad del suelo donde se cultiva este vegetal. Para ello, se tomaron muestras químicas, entre otras, del suelo donde se practica la quema de caña y otra del suelo donde se aplica cosecha mecanizada en verde (sin quema).

**Conclusión:** La conclusión a la que arribó el estudio fue que el suelo de los campos de cultivo donde se practica la quema de caña, es de mejor calidad, estabilidad y composición orgánica; resultando ser un suelo fértil en comparación del suelo donde sí se practica la quema.

- **Contreras** (2010), en su investigación titulada “Impactos Ambientales de la Producción de Agro Combustibles Derivados de la Caña de Azúcar en los



departamentos de Suchitepéquez y Escuintla, Guatemala, tesis para optar el grado de magister en gestión ambiental local”.

**Objetivo General:** Identificar los impactos ambientales de la actividad económica de producción de agrocombustibles (parte agrícola e industrial).

**Conclusión:** La investigación concluye que la actividad de producción de biocombustibles genera la degradación paulatina del suelo (al ser el cultivo de caña un monocultivo); así como también, se identificó una afectación a la calidad del aire, debido al proceso de cultivo (quema de caña).

- **Larios** (2010), en su investigación titulada “La quema de la caña de azúcar en Guanacaste, impacto ambiental. Deber del estado de disminuir sus efectos, Costa Rica”, tesis para optar al grado de Licenciada en derecho.

**Conclusiones:** La investigación concluye que la principal motivación para la quema de caña es de índole económica. Con la quema se eliminan residuos, malezas, hojas secas de la caña que impiden una cosecha efectiva para la siguiente campaña que corresponda. De esta manera, el titular cañero evita el costo de contratar mano de obra para deshojar la caña manualmente. En ese sentido, el autor concluye además que es necesario que el Estado tome cartas en el asunto, a fin de evitar una magnificación de la problemática social que se suscitan entre titulares cañeros, ambientalistas y la población. Finalmente -

coincidiendo con los autores citados anteriormente- se tiene que la quema de caña afecta de manera negativa el suelo, pues elimina los nutrientes que necesita este para ser fértil.

-**Dávalos** (2007), en su estudio titulado “La caña de azúcar: ¿una amarga externalidad?, Colombia” en el cual se asocia la quema de caña de azúcar con el número de consultas médicas por enfermedades respiratorias de la población de la ciudad de Palmira (Valle del Cauca).

**Planteamiento del estudio:** El referido estudio propone una relación estadística entre los factores: quema de caña, material particulado en el aire (PM10) y número de consultas médicas por infecciones respiratorias agudas (IRA), utilizando datos del período febrero a junio de 2004 correspondiente a los factores antes señalados en el Valle del Cauca. La conclusión del estudio fue que se determinó una vinculación positiva entre la quema de caña y el aumento del material particulado en el aire, y esto a su vez, conllevó a que se elevaran el número de consultas médicas por IRA en el período antes referido en el Valle del Cauca.

### **1.1.2. Trabajos previos nacionales.**

- **Villalobos** (2017) en su estudio “Influencia de la quema de biomasa de caña de azúcar en la concentración de PM2.5 en el aire de la zona urbana de Laredo, tesis para optar el título de ingeniero ambiental”,

**Objetivo general:** Determinar la influencia de la quema de caña de azúcar en el distrito de Laredo en el aumento del parámetro contaminante material particulado (PM2.5) en la calidad de aire del referido distrito.

**Aspectos metodológicos:** El estudio fue de índole correlacional y cuantitativo, teniendo como variables a la quema de caña (quema de biomasa) y el parámetro PM2.5. En la elaboración del estudio se realizaron monitoreos ambientales de calidad de aire en 06 puntos del distrito de Laredo, durante un período de 04 meses.

**Conclusión:** Los monitoreos ambientales arrojaron de que la cantidad de material particulado PM2.5 detectado no superó el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA aire) aprobado por Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Sin embargo, igual existe un aumento en el parámetro PM2.5 y esto a su vez conlleva de igual manera a un malestar social entre los pobladores de Laredo, debido al humo y ceniza que genera la quema. Siendo así, el estudio correlacional en comento concluye que la quema de caña influye significativamente con la concentración de material particulado PM2.5. en la atmósfera del distrito de Laredo.

- De acuerdo al estudio de **Carrera & Loyola** (2010) titulado “Impacto Ambiental Generado por la Quema de la Caña de Azúcar en Laredo – Trujillo, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo”,

**Objetivo General:** El estudio tuvo como objetivo determinar los impactos ambientales generados por la quema de caña de azúcar en el distrito de Laredo.

**Aspectos teóricos:** Se debe tener en cuenta que la atmósfera de Laredo se ve impactada por emisiones de diversas actividades económicas, siendo el principal aportante los contaminantes generados por la quema de caña.

**Conclusión:** La quema de la caña influye directamente en el aumento del material particulado en la calidad de aire del distrito de Laredo, debiendo existir preocupación por el riesgo de afectación a la salud de los ciudadanos.

- **López y otros** (2017) en su investigación titulada “Diagnóstico Operativo Empresarial (DOE) – Agrícola del Chira S.A., tesis para obtener el grado de magíster en administración estratégica”

**Conclusiones y Recomendaciones:** Los autores concluyen en su tesis que la quema de broza de caña que ejecuta AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. es una acción ineficiente para su gestión empresarial, pues existe un riesgo de recibir una multa por parte del MINAGRI, en caso se incumplan los protocolos de quema establecidos en el PAMA aprobado a esta empresa. Asimismo, los autores reconocen que la quema de broza de caña, genera malestar y conflictividad social. En este contexto, recomiendan el enterrado de la broza

de caña, a efectos de mejorar la gestión de AGRÍCOLA DEL CHIRA, pues así se evitarían posibles multas del MINAGRI, cumplen su PAMA y se señala además que la broza enterrada serviría de abono al suelo.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Las externalidades negativas**

De manera general, se define a las externalidades como las consecuencias que la acción de un agente económico tiene sobre el bienestar de otro. Estas consecuencias, son efectos económicos colaterales que se manejan fuera del mercado, pues el sujeto que recibe los efectos (positivos o negativos) de las externalidades, no tuvieron la posibilidad de contratar previamente si querían recibirlos, con el generador (Alva, 2018).

En el caso de las externalidades negativas, se tiene que el costo privado es mayor que el costo social, con lo cual genera un sobre costo en la población. Por ejemplo, si una empresa verta residuos al río, tal acción afecta y genera costos a la sociedad que usaría el río (Alva, 2018).

En teoría, las partes involucradas en el escenario de una externalidad negativa, podría sentarse a negociar un posible arreglo; sin embargo, en la práctica se tornaría casi imposible de realizar por los costos de transacción (identificación del número de afectados, asimetría informativa, etc.). Ante la falta de esta posibilidad es donde interviene el Estado, pudiendo establecer tributos que gravan específicamente

la actividad que genera el daño, a efectos de internalizar la externalidad, de acuerdo a lo propuesto por Arthur Cecil Pigou (Alva, 2018).

Como se aprecia, la quema de la caña de azúcar es un problema correspondiente a externalidades negativas. La población de La Huaca, nunca “negoció” con las empresas cañeras si querían o no recibir humo de la quema.

Asimismo, resultaría costoso que la población de La Huaca se sentara en una mesa redonda a negociar con las empresas cañeras para obtener la solución eficiente. Esta negociación sería imposible en la práctica, debido a los altos costos de transacción, pues no se sabría con exactitud quienes serían los pobladores afectados de La Huaca y problemas de asimetría informativa entre la información técnica que manejan las cañeras y el entendimiento de los pobladores, por ejemplo.

En este contexto de costos de transacción altos que impiden a las partes adoptar la solución más eficiente, es que el Estado debe intervenir.

### **1.2.2. Regulación Económica y Ambiental**

Kolstad (2001) “la teoría de la regulación económica va más allá de los temas involucrados en la regulación ambiental, que en realidad es un ejemplo especial y relativamente reciente de regulación económica, es conveniente ubicarla en un contexto más amplio” (pp. 155-156).

La regulación económica implica que el gobierno intervenga, de muy diversas formas, en las actividades privadas de empresas y personas, en ese sentido existen dos teorías básicas de dicha regulación: la del interés público y la del grupo de intereses. Hasta cierto punto la teoría de la regulación en pro del interés público es normativa y busca explicar lo que debería suceder en un mundo ideal, en cambio la teoría a favor del grupo de interés es positiva e intenta explicar porque el mundo funciona como lo hace.

Como mencionó Kolstad (2001) “también es importante en relación de la regulación gubernamental el área de suministro de bienes y males públicos los cuales por supuesto junto con las externalidades son el objetivo principal” (pp. 156-157).

Según el autor Kolstad (2001) “el problema de la regulación ambiental es que el Estado trata de conducir a que el contaminador ejecute acciones que si bien son beneficiosas para el medio ambiente, no lo es tanto para el regulado” (p. 158).

Pero el gobierno no siempre puede controlar al contaminador de forma precisa y para complicar aún más las cosas el gobierno enfrenta el complejo problema de determinar exactamente cuál es el mejor nivel de contaminación para la sociedad. La interacción debe ser entre el gobierno, las empresas contaminadoras y los ciudadanos consumidores (Kolstad, 2001, p. 158).

Además, según Kolstad (2001) “como resulta difícil diseñar regulaciones que logren la eficiencia, algunas veces estas se concentran en especificar metas ambientales (es decir niveles máximos de concentración ambiental) y luego averiguar cuál es la forma más económica de obtener dichas metas” (p.176).

### **1.2.3. Análisis de Impacto Regulatorio (AIR)**

El AIR es un procedimiento de análisis, basado en datos empíricos objetivos, que busca optimizar la regulación existente o una propuesta regulatoria, en el sentido que brinda las herramientas al regulador para identificar los posibles impactos (económicos, sociales, etc.) que pudiese traer consigo la regulación. El AIR también proporciona al regulador un enfoque estratégico de distintas alternativas regulatorias para cumplir los objetivos públicos que correspondan, incluyendo el escenario de no intervenir. El AIR también predica la participación de los grupos de interés al momento del diseño del proyecto regulatorio o su modificación (OSINERGMIN, 2016, p.8-9).

Asimismo, otro precepto importante que trae consigo el AIR es que las críticas al enfoque punitivo han llevado, pues, a descartar la idea de que la multa es la única solución para incentivar el cumplimiento de las normas y desalentar futuras infracciones, dando paso a otros enfoques alternativos para promover el cumplimiento regulatorio de una manera “responsiva”, “inteligente” y por “gestión de riesgos”, en los cuales se busca que el Estado: (i) promueva el cumplimiento voluntario, a través de la facilitación, educación, y persuasión en lugar de la intrusión y coercividad como primera medida; (ii) reconozca la interdependencia con otros



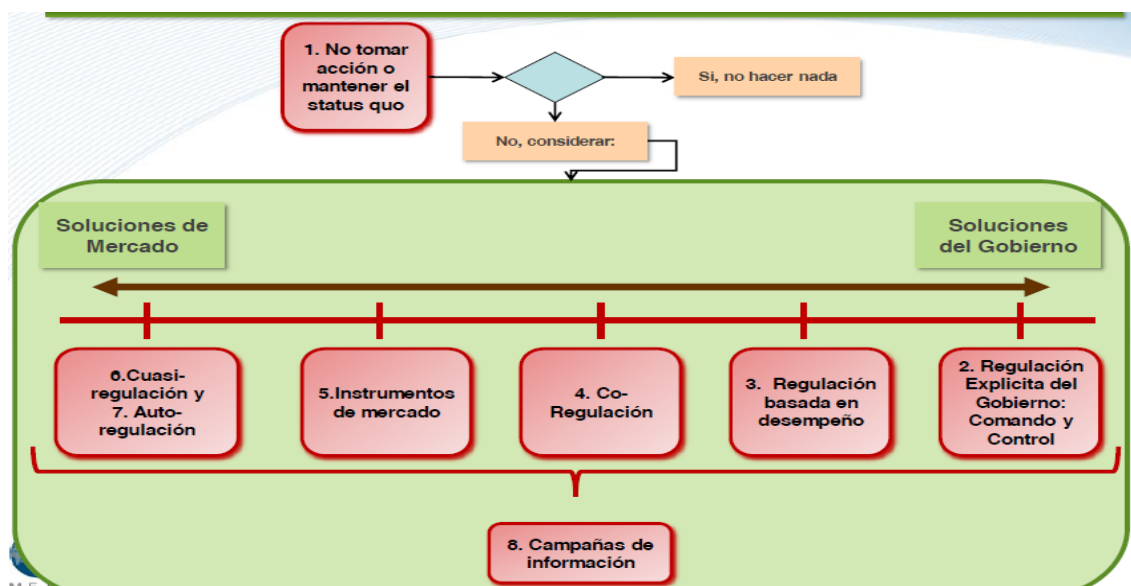
actores sociales (no gubernamentales) que tienen también capacidad para regular; (iii) implemente instrumentos alternativos a la regulación estatal (tales como la autorregulación, “soft law”, instrumentos contractuales, incentivos económicos, etc.) y (iv) utilice el concepto de riesgo para racionalizar el diseño y enforcement de la regulación estatal” (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, 2017, p.64).

Sobre el enfoque responsivo de la regulación, se debe mencionar que la entidad reguladora debe tener a su disposición un catálogo de alternativas de intervención establecidas en la norma (desde acciones de educación al sujeto regulado hasta la imposición de multas y ejecuciones forzosas), las cuales puede ejecutar de acuerdo a las circunstancias que se le presenten. Esta situación se conoce como “Pirámide de Cumplimiento”. (Ayres y otro,1992, pp.101-102).

Por otro lado, el enfoque inteligente de regulación que propone el AIR, el Estado debe adoptar un esquema de regulación estratégica, esto es, que incluso puede combinar distintas alternativas de control para regular (por ejemplo, combinar la actividad de fomento con actividad de regulación prohibitiva) con el fin de alcanzar los objetivos planteados como valiosos por la entidad. (Gunningham y otro, 1998, pp. 381-385).

Como se advierte, el AIR ofrece un enfoque procedimental para el diseño y cumplimiento de regulación, en el cual, se acepta que existen diversas alternativas de regulación y promoción de cumplimiento de un objetivo trazado por la entidad que

pretende la regulación. En ese sentido, en la actualidad al hablar de regulación (incluyéndose regulación “ambiental”), sería un error entender por este término únicamente a normas prohibitivas o limitativas de derechos de los regulados.



**Figura 1. Panorama de las alternativas regulatorias y no regulatorias de acuerdo a las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).**  
 Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). “Implementación de Análisis de Impacto Regulatorio en el Gobierno Central del Perú, Análisis de Casos 2014-2016”, París.

En ese sentido, conforme a los preceptos del Análisis de Impacto Regulatorio (AIR), para efectos de la presente investigación, se entenderá por regulación toda actuación de una entidad del Estado (norma de límites máximos permisibles ambientales, acto administrativo que otorga derechos, imposición de multas, concesión, manifestaciones en redes sociales, etc.) que tenga por objetivo cambiar la conducta de sujetos regulados, a efectos de orientarla a fines considerados como públicamente relevantes, siendo en este caso la finalidad, la protección del medio ambiente.

En la misma línea, siguiendo un enfoque regulatorio amplio, estratégico y de fomento de cumplimiento, se manifiesta que el Perú adoptó la “Política Nacional del Ambiente” mediante Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, en la cual se prescribe los escenarios que se desea lograr mediante la gestión pública ambiental en el país.

De la revisión de este documento, se aprecia que se busca una regulación ambiental de promoción de procesos limpios, antes que una regulación orientada a prohibir el desarrollo de actividades.

Por ejemplo, respecto al “Control Integrado de la Contaminación”, se señala -entre otras acciones- que se debe promover la inversión privada en procesos productivos que usen tecnologías e insumos limpios, amigables con el medio ambiente y además, se debe buscar el desarrollo de procesos de reconversión de las industrias contaminantes. En tanto, respecto a la “Calidad del Aire”, señala -entre otras acciones- la de identificar y modificar prácticas operativas y consuetudinarias (ancestrales) inadecuadas que afectan la calidad del aire.

Este documento político, también orienta a la regulación ambiental al adecuado manejo de residuos sólidos, promoviendo la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos (hoy en día se busca incluso la valorización de estos) y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o

clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales que su funcionamiento resulte lesivo al medio ambiente.

En suma, se puede señalar que la regulación ambiental en el país acoge priorizar un sistema de promoción e incentivos para lograr fines públicos ambientales, antes que preferir una regulación de comando y control exhaustiva que regule aspectos específicos y que privilegie el método coerción – sanción. Ello es así, pues en todo el documento no se utilizan palabras como “prohibir” o “sancionar” y por el contrario, se utilizan frases como “regular bajo evidencia científica”, “promover”, “impulsar” “fomentar”, “desalentar actividades negativas para el ambiente” etc.

Además, se menciona que el hecho de que se privilegie el sistema de incentivos o fomentos, no significa la anulación total del sistema comando y control, pues en todo país, serán necesaria la existencia de obligaciones específicas e imposiciones de multas en menor o mayor medida.

En la misma línea, se puede citar el Objetivo Prioritario N° 09 de la Política Nacional de Competitividad y Productividad aprobada por Decreto Supremo N° 345-2018-EF, el cual promueve la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas. La piedra angular para poder materializar este objetivo es que el Estado se encargue de generar el escenario ideal para el tránsito hacia una economía circular y ecoeficiente, así como el escenario de alternativas sostenibles y limpias

para el desarrollo productivo empresarial en sectores estratégicos para el desarrollo nacional.

Al respecto, el referido dispositivo legal -citando a los preceptos del Foro Económico Mundial- señala que una economía circular es un sistema industrial diseñado para ser restaurativo o regenerativo. Este concepto, reemplaza la noción tradicional de fin de ciclo de un bien o residuo, buscando su valorización, procurando darle un nuevo uso, un nuevo ciclo de vida a este bien o residuo, convirtiéndolo en energía renovable, por ejemplo, mediante un proceso innovador.

#### **1.2.3.1. Comando y Control**

Una manifestación de regulación es la técnica de “comando y control”, que reconoce el AIR. La regulación de comando y control es la forma de regulación ambiental que predomina en el mundo actual. Bajo esta regulación, la entidad estatal recaba la información técnica necesaria para poder establecer obligaciones y/o prohibiciones que el sujeto regulado debe seguir. En síntesis, el regulador le da la fórmula, el procedimiento, las pautas a seguir al regulado, para que controle los impactos negativos de su actividad (Kolstad, 2001, pp. 160-166).

Las regulaciones de comando y control pueden tener muchas formas determinadas y se pueden estipular los requisitos precisos del equipo para el control de la contaminación, alternativamente la regulación puede determinar un límite de emisiones para tipos particulares de plantas y de contaminantes. De hecho la regulación de comando y control puede combinarse con multas significativas y

penalizaciones relacionadas con el incumplimiento, estos estímulos para cumplir con una regulación de comando y control no deben confundirse con un incentivo económico para reducir la contaminación, aunque el comando y control puede tener muchas formas, hay dos características clave que sirven para distinguirlo de los incentivos económicos: (a) El contaminador tiene restricciones al elegir los medios que usará para lograr un objetivo ambiental apropiado y (b) La falta de mecanismos para igualar los costos de control marginales entre varios contaminadores diferentes.

También resulta importante señalar que, la técnica de comando y control no logra regular al detalle los pasos de qué acciones específicas debe el seguir el sujeto regulado. Por lo general, se permite un margen de libertad al sujeto regulado para ejecutar acciones para cumplir con el objetivo público planteado por la regulación. Aunado a las obligaciones establecidas en la regulación, el ente regulador puede utilizar el mecanismo de *enforcement* y sanciones o también el mecanismo de incentivos económicos para poder hacer cumplir la regulación (Russell y Powell, 1997) citado por (Rodríguez, 2003, p. 177).

Las regulaciones de comando y control tienen una ventaja principal: (a) Más flexibilidad para regular los procesos ambientales complejos y por tanto mucha más certidumbre respecto a la cantidad de contaminación que se obtendrá con la regulación. En un área urbana donde hay fábricas en diferentes ubicaciones y que contribuyen de diversas maneras en los niveles generales de contaminación urbana, puede ser difícil establecer una serie de funcional de impuestos a las emisiones u

otros incentivos para garantizar un cierto nivel de contaminación. Además cuando hay incertidumbre y no está muy claro de qué manera va a responder un contaminador ante un estímulo económico, la regulación de comando y control da una mayor certidumbre sobre la contaminación que realmente se va a emitir (Kolstad, 2001, pp. 162-163) y (b) Simplifica el control del cumplimiento de la regulación, si esta especifica que se debe usar un equipo en particular para el control de la contaminación, dicho control consiste simplemente en ver si dicho equipo ha sido instalado lo cual es más sencillo que medir las emisiones de contaminación (Kolstad, 2001, pp. 162-163).

Como se viene mencionando en la presente investigación, **en el Perú no existe regulación comando y control para el quemado de la caña de azúcar.**

En el caso de Colombia, existe regulación de la quema de caña, pero no llega a prohibirla totalmente, sino a establecer ciertas condiciones para que el titular pueda ejecutar la quema (“quema de caña controlada”). La normativa colombiana prohíbe la quema en determinados sitios. Algunas condiciones que establece la referida normativa es los horarios en los cuales se puede quemar (entre 8:00 am y 2:00 am del día siguiente), el área quemada no puede ser superior a 6 hectáreas, el inicio de la quema se autoriza sólo con velocidades del viento entre 1,5 y 5,0 m/segundo y en direcciones que no afecten centros urbanos, se establece la distancia mínima de 1,5 km de distancia del caso urbano en algunos casos, por ejemplo.

Las empresas azucareras peruanas, por lo general, proponen -sin mayor análisis técnico- en sus Estudios de Impacto Ambiental, aplicar las condiciones establecidas por la normativa colombiana.

La regulación mediante comando y control tiene sus desventajas pues como sus costos de información son altos, su operación y administración pueden ser muy costosas, también existe la posibilidad de que haya problemas fundamentales con la información, a menudo el regulador necesita confiar en la información que le da el contaminador ya sea en términos de las emisiones o de los costos de control y de esta manera el contaminador tiene un incentivo para distorsionar la información que le proporciona al regulador (Kolstad, 2001, p. 163).

Otra típica manifestación de comando y control que establecen por lo general los países, son las normas de calidad ambiental. Estas normas constituyen el nivel mínimo de calidad que debe caracterizar determinado componente ambiental, por ejemplo, las normas de calidad de aire, agua o suelo, que establecen la concentración de parámetros máximos en estos componentes ambientales. Asimismo, se establecen límites máximos permisibles de parámetros de emisiones o efluentes provenientes de los contaminantes (Rodríguez, 2003, p. 178).

La determinación de los parámetros de calidad ambiental para componentes ambientales o en emisiones y efluentes (descargas al medio ambiente), responde a criterios técnicos y científicos. Estos criterios deben reflejar que la excedencia de los



parámetros en algún componente ambiental o descargas al medio ambiente, conlleva a cuando menos un riesgo de afectación para el ser humano (Por ejemplo, se establece un máximo de presencia del parámetro plomo en el componente aire y su excedencia, puede generar riesgo de afectación a las personas). Aunado a ello, es necesario señalar que los parámetros variarán de acuerdo al uso que se le dé al componente ambiental. Por ejemplo, el nivel máximo de parámetros para la calidad de agua variará según sea su uso para riego o consumo humano (Rodríguez, 2003, p. 178).

En cuanto a las normas de emisión, es importante señalar que en caso el contaminador exceda los máximos normativos de descargas al medio ambiente será sancionado por la autoridad. Esta sanción, sería una suerte de incentivo al contaminador para cumplir con el límite establecido, ejecutando mejoras tecnológicas en su proceso productivo. De esta manera, al momento que el contaminador cumple con estos máximos permisibles, se coadyuva al cumplimiento del cuidado del medio ambiente y evitar su deterioro (Rodríguez, 2003, p. 179).

Las desventajas anotadas de la regulación comando y control, se hacen sentir al momento de regular la quema de caña pues resulta costoso para las autoridades establecer la norma en la cual se señalen distancias (como las establecidas en Colombia para ejecutar quemas de caña controlada), factores de emisión (límites máximos permisibles para la cantidad de contaminantes producto de la quema de

caña); en razón de los estudios técnicos, consultorías, obtención de información, para determinar la regulación.

En adición al párrafo anterior, la regulación comando y control, incentivaría además a las empresas cañeras a que realicen esfuerzos únicamente para poder cumplir con la norma establecida y no se incentive la innovación. Por ejemplo, si en el Perú se establece mediante norma que las empresas tienen un plazo máximo de 20 años para dejar de quemar caña, las empresas cañeras se esforzarán únicamente en cumplir con ese plazo y, no tendrían incentivo para buscar alternativas innovadoras para dejar de quemar en menos tiempo al establecido normativamente.

#### **1.2.3.2. Incentivos Económicos**

En contraste con la regulación de comando y control, los incentivos económicos recompensan a los contaminadores por hacer lo que se percibe que es de interés público. En el contexto de la contaminación existen tres tipos básicos de incentivos económicos: impuestos, permisos transferibles y responsabilidad.

Los impuestos por contaminación implican el pago de un cargo por unidad de contaminación emitida.

Con un permiso transferible los contaminadores pueden comprar y vender el derecho a contaminar. Kolstad (2001) “la responsabilidad es un tercer tipo de incentivo económico, la idea básica es que si uno lastima a alguien, debe compensar a dicha persona por el daño” (pp. 160-166).

Existen también incentivos directos dirigidos a que las personas tomen una acción en beneficio del medio ambiente, como por ejemplo, que tengan una mejor gestión de los residuos sólidos. (Rodríguez, 2003, p. 198).

Además, los residuos sólidos derivados de procesos industriales o domiciliarios (biomasa) pueden ser valorizados y ser convertidos incluso en energía. Tal acción se enmarca en lo que actualmente se conoce como “energías renovables” (De Lucas y otro, 2004, p.101).

En la actualidad, existen diversos métodos para convertir a los residuos sólidos en energía eléctrica como por ejemplo la combustión directa en calderas, digestión anaeróbica, incineración de residuos sólidos municipales, gas de vertedero, gasificación de la biomasa atmosférica y la pirolisis, siendo estas los principales mecanismos (OSINERGMIN, 2017, p.47).

La opción de reaprovechar los residuos sólidos para generar energía eléctrica, sería una acción acorde al Objetivo N° 1 de la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 aprobada por Decreto Supremo N° 064-2010-EM, el cual busca que el país cuente con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética.

También se menciona que, los incentivos son eficaces cuando las empresas determinen que este mecanismo le reporta ganancias netas (Field, B. y Field, M., 2003, p. 9).

La mayor ventaja de los incentivos económicos radica en que el principio de equimarginalidad se cumple en casi todos ellos, cuando las empresas intercambian permisos de contaminación, el precio que será determinado por el mercado de permisos envía la misma señal a todos los contaminadores respecto al costo de oportunidad de emisiones y de este modo se cumple el principio de equimarginalidad (Kolstad, 2001, p. 168).

Sin embargo, los incentivos también tienen desventajas, en la contaminación del aire urbano en la que el daño derivado de una unidad de emisiones puede variar considerablemente en espacio y tiempo, por otra parte desarrollar un incentivo económico que tome perfecta y eficientemente en cuenta estas complejidades puede ser algo muy difícil (Kolstad, 2001, pp. 168-169).

Un segundo problema es político porque si hay una gran incertidumbre relacionada con el hecho de que esté controlando el problema ambiental con el tiempo puede ser necesario ajustar el nivel del incentivo (nivel del impuesto, número de permisos transferibles expendidos), a medida que se vaya disponiendo la información (Kolstad, 2001, pp. 168-169).

Dentro de la dimensión de incentivos económicos, podemos encontrar también a las políticas de subsidios sobre las emisiones. Este mecanismo consiste en que el Estado otorgue un monto dinerario a las empresas que contaminan por determinada cantidad que reduzcan en emisiones o descargas al ambiente o las eliminen del todo. De esta forma, se genera el incentivo para el contaminados de esforzarse en cumplir con el requisito de reducción de la emisión para obtener el monto dinerario (Field, B. y Field, M., 2003, p. 277).

También dentro de la dimensión de incentivos económicos, no pueden faltar los impuestos. Según Field, B. y Field, M. (2003) se tiene que fijar un impuesto medio ambiental, es como cobrar al contaminados por el uso del servicio ecosistémico que su actividad se encuentra impactando (p. 259).

Existiendo el impuesto medio ambiental, las empresas tienen un incentivo para utilizar mecanismos para contar con tecnología y mejora de procesos productivos para evitar el uso del servicio ecosistémico y así no pagar el impuesto. Los contaminadores determinarán la manera de cómo realizarán estas acciones para no pagar el impuesto, incentivando de esta forma la creatividad e innovación empresarial (Field, B. y Field, M., 2003, p. 259).

La solución que encuentren podría ser una combinación de ingredientes tales como tratamiento de residuos, cambios en los procesos internos, elección de factores de producción alternativos, reciclaje, reconversión de la empresa a

actividades productivas menos contaminantes. La esencia del enfoque impositivo radica en incentivar a los contaminadores a que sean ellos mismos quienes decidan cual es la mejor forma de reducir las emisiones en vez de confiar en lo que haga una autoridad central (Field, B. y Field, M., 2003, p. 259).

Al igual que en la regulación comando y control, una política de subsidios o impuestos ambientales a las empresas cañeras en el Perú, si bien tiene ventajas, también traería consigo desventajas. Por ejemplo, si el Estado peruano establece mediante norma, que en caso las empresas cañeras logren disminuir sus hectáreas de quema de caña en 05 años, acceden a un subsidio o reducción de impuesto; nuevamente no se fomenta innovación, pues las empresas reguladas no tendrían incentivos para realizar sus máximo esfuerzos, a efectos de llegar a un escenario de no quema total en menos plazo al establecido en la norma de subsidio o reducción de impuesto.

#### **1.2.3.4. Certificación de la Industria**

El Estado también practica regulación mediante el otorgamiento de certificaciones o licencias a sujetos regulados. Una de esas certificaciones es la ISO, relacionadas a gestión eficiente en medio ambiente. Como Rodríguez (2003) menciona “las certificaciones de ISO 14.001 concedidas a empresas de los países de Latinoamérica se han incrementado sensiblemente en los últimos años” (p. 204).

El sistema de manejo ambiental de ISO 14.000, si bien es voluntaria su adopción, establece estándares de proceso y especifica la manera de organización

del sistema de gestión ambiental de la empresa, procurando la disminución de los impactos ambientales de sus operaciones e involucrando la participación de las partes interesadas (stake holders) de la empresa. Para verificar el cumplimiento de las exigencias de la normativa ISO es necesario tener indicadores de cumplimiento. (Rodríguez, 2003, p. 205).

#### **1.2.4. Quema de caña de azúcar**

El quemado de la caña de azúcar antes y después del corte en la cosecha, es una práctica muy extendida en la eliminación de la cobertura vegetal y control de la maleza que facilitan la preparación y replantación de los suelos con reducción de los costos en la cosecha; a la vez ocasionan la afectación del medio ambiente, la destrucción de materia orgánica y la pérdida de la estructura del suelo con mayor desecamiento y erosión (Aguilar, Pérez, & Aguilar, 2016, p. 3).

Por lo general, las actividades agrícolas en todos los países suelen recurrir a la quema de residuos agrícolas a cielo abierto, ello con la finalidad de eliminarlos y dejar limpio el campo para la siguiente cosecha. La quema de la broza de caña, es parte de esta “práctica ancestral” en los países.

La razón por la cual se lleva a cabo la quema de azúcar es que se elimina el follaje de la caña, y por ende, ya no existen hojas sueltas ni generación de residuos agrícolas, lo que conlleva a su vez, que se realice una cosecha más rápida. Además, con la quema al eliminarse esas malezas, ya no hay insectos ni hongos que puedan afectar la cosecha. Finalmente, con la quema de caña, se facilita el transecto por los

campos de cultivo y el corte de la caña parada por parte de los cortadores, pues se disminuye el riesgo de que sufran lesiones debido al follaje o sean picados por insectos y así, la empresa ya no gasta en equipos de protección personal (Chaves, 2006, pp.248-250).

Las quemas de residuos agrícolas (incluyendo la quema de caña también) si bien son prácticas ancestrales, de igual forma generan riesgos de afectación a la salud de las personas. A continuación, se enlistan una serie de factores de riesgo que podría generar la quema de residuos agrícola: i) A menudo, se ejecutan las quemas en campos que se encuentran aledaños a centros poblados, causando malestar en estos últimos, ii) Las quemas que se ejecutan por temporadas, generan emisiones de altas concentraciones de material particulado, iii) Las emisiones producto de la quema son difusas, por lo que es muy complicado lograr la medición de los parámetros presentes en la emisión, iv) Considerando que se utiliza plaguicidas en la siembra agrícola, es probable que en el humo de la quema se emitan gases con presencia de plaguicidas, lo que eleva el riesgo de contaminación ambiental, v) Por último, la quema de residuos agrícolas, aporta al calentamiento global, por la alta emisión de gases de efecto invernadero (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2014, p. 1)

En el Perú, mediante Decreto Supremo N° 016-2012-AG, se aprobó el Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, en cuyo



articulado se prohíbe expresamente la quema de residuos agrícolas (numeral 27.1 del artículo 27).

Asimismo, el referido Reglamento, también prescribe algunas alternativas (sin llegar a establecer como obligación) para el reaprovechamiento de residuos agrícolas provenientes de algunas actividades. Por ejemplo, para los residuos generados en las Granjas Avícolas, se recomienda como una opción para su reaprovechamiento la elaboración de compostaje (fertilizante orgánico).

Resulta importante señalar, que desde el punto estrictamente legal, la quema de la caña parada no resulta inmersa en la prohibición legal antes señalada, al no ser un residuo sólido, sino la materia prima para elaborar azúcar o etanol.

El quemado de caña de azúcar genera un riesgo de afectación a la salud de las personas. De acuerdo a Cortez (2012) “la salud es un derecho fundamental de la persona, el conseguir el más alto grado de salud constituye un objetivo social de primer orden, siendo preciso para su logro del aporte de otros sectores, sociales y económicos” (p.34).

En la misma línea, Uribe indica (2015) que la salud es una actitud positiva ante la vida y pre disposición del individuo a afrontar sus responsabilidades, por lo que el término salud no puede entenderse solamente como ausencia de enfermedad (p. 27). Se resalta además, la relación entre salud y desarrollo. En ciertos países en vías

de desarrollo existe pobreza, por lo que las personas no cuentan con los recursos para tener un estilo de vida saludable; por otro lado, el desarrollo en algunos países genera sobre consumo, que perjudica la salud de las personas. A los factores antes señalado (salud y desarrollo) se le suma el factor de ambiente saludable para el desarrollo (Froy, 2012, 470-471).

El quemado de caña de azúcar pone en riesgo a la salud. El humo y las cenizas liberadas por la quema afectarían principalmente a las personas que padecen afecciones respiratorias crónicas, aunado a ello, la generación de cenizas ensucia las vías públicas aledañas a los campos de cultivo y molestias visuales en los pobladores, así como la incomodidad que estas cenizas ensucien su ropa y sus viviendas. Por otra parte, las columnas de humo que se generan por la quema niebla la visión de los conductores que transitan por las carreteras cercanas a los campos de cultivo, aumentando el riesgo de accidentes vehiculares (Larios, 2010, pp. 56-60).

Asimismo, la quema de la caña de azúcar genera un impacto negativo en el medio ambiente pues aparte de generar la emisión de material particulado, genera monóxido de carbono (CO) el cual es sumamente tóxico que deteriora la capa de ozono y permite mayor radiación ultravioleta; ello debido a que la quema es una combustión imperfecta (pues no es controlada).

El gas CO es absorbido por los pulmones y se infiltra en la sangre. La inhalación del CO puede generar malestares en las personas como el dolor de

cabeza, debilidad, vértigo (mareos) y el peor de los casos la muerte. (Larios, 2010, p. 50). La quema de caña, por su naturaleza, tendría incidencia en el aumento de la temperatura ambiental de la localidad donde se desarrolla esta actividad agroindustrial.

La quema del follaje para la cosecha genera la emisión de material particulado y gases que contaminan la calidad de aire (como el monóxido de carbono) esto contribuye al calentamiento global y al riesgo de afección a la salud de las personas (Larios, 2010, p. 51). Como mencionó Larios (2010) cuando se efectúa la quema de caña esta se materializa mediante la aparición de una repentina lluvia de trozos de cenizas sobre la ciudad y emisión de gases no visibles. (Larios, 2010, pp. 51-52).

Por otro lado, independiente de la regulación que pudiese emitir un Estado para controlar la quema de caña de azúcar, es necesario que las personas y empresarios cuenten con educación y conciencia ambiental. Según Rodríguez (2003) en Latinoamérica se vienen implementando programas para reforzar la educación ambiental en los niveles educativos (primaria, secundaria, universitaria y técnica), con el objetivo de cimentar conciencia ambiental en los ciudadanos y que estos crezcan con esta cultura ambiental y la apliquen en sus actividades (p. 219).

Las ONG ambientalistas tienen una incidencia gravitante en la educación ambiental, pues implementan programas dirigidos a la población escolar. Las ONG

llegan incluso a participar en la formulación de políticas de educación ambiental (Rodríguez, 2003, p. 219).

La educación es importante en la concepción de política ambiental. Sin embargo, no existen investigaciones que expresen una evaluación cuantitativa o cualitativa de la educación ambiental y su incidencia en la gestión ambiental de las comunidades o industrias (Gabaldón, 2000) citado por (Rodríguez, 2003, p. 219).

#### **1.2.5. Teoría del riesgo creado**

Actualmente, vivimos en una sociedad de riesgo, en la cual se permiten el desarrollo de determinadas actividades económicas riesgosas, bajo ciertos parámetros, pues los beneficios que estas generan son más altos que la puesta en riesgos de determinados bienes sociales.

Por ejemplo, el uso de autos es una actividad riesgosa que es regulada por las normas de tránsito, pero de igual manera, el hecho que se desarrolle esta actividad genera un riesgo para las personas que transitan a pie por las calles y en caso el conductor del auto infrinja las normas que regulan su actividad, estamos ante la generación de un riesgo no permitido. Asimismo, la teoría del riesgo creado propone que exista una presunción de culpabilidad respecto del titular de la actividad riesgosa, en cuanto se genere un daño o un riesgo no permitido a un bien jurídico, salvo que se acredite una causal de ruptura de nexo causal (fuerza mayor o hecho fortuito) y el titular así, denote que su actividad no fue la causante del hecho reprochable. Finalmente, se menciona que en algunos países se ha establecido una

suerte de “carga dinámica de la prueba” para temas ambientales -entre otros-, implicando ello que en caso haya perpetuado un daño a un componente ambiental se presume que el titular de la actividad es el responsable, debiendo este presentar medios probatorios para eximir su responsabilidad. (Ramírez, 1996, p. 172).

Otro tipo de regulación adoptada para actividad riesgosas es la imposición de seguros (pagos de prima mensual) y la creación de un fondo mutuo administrado por el Estado. De esta manera, se impone la obligación de contratar con seguro a los titulares de actividades riesgosas, buscando cubrir los daños eventuales que genere la actividad, ello responde a un principio de distribución social de la responsabilidad, pues es preferible que todos los titulares de actividades riesgosas aportantes al seguro asuman solidariamente responsabilidad (lo acumulado en el fondo mutuo) a que uno solo lo haga, en el momento en que se tenga que indemnizar algún daño. Sin embargo, lo más complicado de este esquema es determinar con exactitud a las víctimas afectadas y acreditar que efectivamente, la afectación es producto de determinado tipo de actividad. (Granja, 2010, p. 258).

#### **1.2.6. Teoría de la responsabilidad civil**

Esta teoría es un complemento a la teoría del riesgo antes conceptualizada y se manifiesta en los casos en la actividad riesgosa genera daño a un bien jurídico, entendiéndose el daño como “riesgo concretizado”. Se señala además, que esta teoría se preocupa de la protección a los “derechos colectivos” o “intereses difusos”. Para finalizar, puede existir responsabilidad civil contractual (daños originados en la ejecución de un contrato previamente acordado por las partes) o responsabilidad civil

extracontractual (daños que recibe un sujeto, sin que previamente haya tenido algún tipo de relación jurídica con el causante de estos) (Granja, 2010, p. 259).

Cabe señalar que, respecto a la responsabilidad civil por daños ambientales, la Unión Europea se preocupa que los Estados delimiten legalmente los alcances de daño ambiental, su acreditación, medidas correctivas, causalidad, etc., a efectos de tener mayor seguridad jurídica en los temas de responsabilidad por daños ambientales (Alonso, 1993, p. 182).

#### **1.2.7. Teoría de la culpa extensiva**

El titular de la actividad riesgosa o dañina no solo es responsable por su ámbito de competencia, sino, también por los eventos dañinos que se generen a las personas o componentes ambientales. Este tipo de responsabilidad se aplica tanto a daños ambientales como a responsabilidad civil extracontractual (Morcillo, 1991, p. 68).

Los Estados deben realizar acciones para regular la indemnización derivada por daños ambientales. La falta de certeza absoluta de tipo científico sobre la existencia de potenciales peligros de ciertas actividades que produzcan daños graves e irreversibles, no es óbice para el Estado procurar de agenciarse de información científica mínima o evidencias en otros países para regular lo necesario (Ramírez , 1996, p. 156).

Por otro lado, los daños ambientales no solo acarrear una responsabilidad indemnizatoria, sino que actualmente traen consigo una connotación penal, pues

determinados hechos de afectación a algún componente ambiental, pueden ser especialmente graves, que ameriten una sanción severa proporcional al daño ocasionado. Asimismo, a nivel internacional, existe la tendencia de que los Estados otorguen legitimidad de acción a organizaciones civiles ambientalistas, para que representen a víctimas de daño ambiental en procesos penales o de responsabilidad civil (Borrero, 1994, p. 282).

### **1.3 Definición de términos básicos**

**Aire:** Componente Ambiental que cubre la Tierra y se encuentra conformado por gases, principalmente, nitrógeno y oxígeno y es esencial para cualquier forma de vida.

**Ambiente:** Es el conjunto de elementos naturales presentes en el desarrollo de la vida. Estos elementos naturales pueden estaré constituidos por organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua).

**Calentamiento global:** Es el aumento de la temperatura a nivel global de la Tierra. La causa principal de este aumento se debe a las actividades industriales y extractivas. El incremento de la temperatura trae como consecuencias la variación de clima en diversas épocas del año, derretimiento de los glaciares y por ende, aumento del nivel del mar.

**Contaminación:** Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un componente ambiental (aire, agua o suelo). Afecta o puede afectar la vida de los organismos y de la población.

**Contaminación del suelo:** Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo, restándole sus características originales.

**Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA Aire):** Es el límite máximo de parámetros (plomo, monóxido de carbono, material particulado, dióxido de azufre, por ejemplo) establecido por el Estado para la calidad de aire, cuya presencia no representa riesgo significativo de afectación al aire, ni a la salud de las personas. Por lo general, para el ECA aire la concentración o grado del parámetro es expresada en máximos.

El ECA aire para el Perú fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM y resulta de obligatorio cumplimiento para el diseño de políticas públicas en materia ambiental, así como sirve de insumo para la elaboración de la línea base y programa de vigilancia de un estudio de impacto ambiental.

**Sostenibilidad:** Proceso de interacción entre aspectos económicos, sociales y ambientales en el marco del desarrollo de actividades económicas, que tiene como



finalidad garantizar la subsistencia de servicios ambientales y ecosistémicos para las generaciones futuras, posibilitando paralelamente la generación de riqueza

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Formulación de hipótesis principales y derivadas**

#### **2.1.1 Hipótesis general**

La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

#### **2.1.2 Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1.**

La regulación comando y control se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

##### **Hipótesis específica 2.**

Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental se relacionan significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

##### **Hipótesis específica 3.**

La certificación de la industria se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

## 2.2 Variables y definición operacional

Las variables que derivan de la hipótesis son la **regulación ambiental**, como variable independiente y el **quemado de caña de azúcar**, como variable dependiente. Esto se explica en el sentido de que la existencia o realización de quemado de caña de azúcar dependerá de que exista regulación al respecto.

Dentro de la variable de regulación ambiental se identifican las siguientes dimensiones: Comando y Control, Incentivos Económicos y Certificación de la Industria. En tanto, para la variable quemado de caña de azúcar, las dimensiones son: Salud de las personas, Contaminación Ambiental y Salud Ambiental.

En el siguiente cuadro, se expone la definición operacional de las variables, esto es, traducir la variable a indicadores para su medición.

Tabla 3. *Matriz de Operacionalización*

Título de la investigación: *“Regulación Ambiental y la Quema de Caña de Azúcar en el distrito de La Huaca, Piura, Período 2015-2018”*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>Variable independiente:</b>  Regulación ambiental	Actuación por parte del Estado cuya finalidad es el cambio de conducta de sujetos regulados, a efectos de que estos se orienten a fines públicos relevantes. Para el caso de la presente investigación, la regulación ambiental pretende orientar a las empresas azucareras a mejorar su gestión ambiental, evitando o reduciendo la quema de caña de azúcar.	Comando y control	Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental	Encuestas/Entrevistas
			Estándares de emisión	
		Incentivos económicos	Impuestos	
			Inversión en Innovación	
		Certificación de la industria	Actualidad empresas industriales azucareras en La Huaca	
			Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001	
<b>Variable dependiente:</b>  Quemado de caña de azúcar	Actividad por parte de las empresas azucareras que constituye una externalidad negativa, la cual genera a su vez malestar e incrementa el riesgo de afectación de la salud en los pobladores del distrito de La Huaca.	Salud de las personas	Deterioro de la salud	Encuestas/Entrevistas
			Relación PM10 y la salud de la persona	
		Contaminación medio ambiente	Contaminación del aire y suelo	
			Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire	
		Educación ambiental	Relación comunidad y medio ambiente	
			Conciencia ambiental	

Elaboración: propia.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Diseño metodológico**

#### **Enfoque.**

La presente investigación utilizó el enfoque mixto, pues según Hernandez, Fernandez, & Baptista (2014) se utilizó las fortalezas y bondades del enfoque cuantitativo (CUAN) y del enfoque cualitativo (CUAL), culminando con una integración de los mencionados enfoques para así tener una mayor comprensión del problema de estudio (p. 580).

#### **Tipo de investigación.**

Del alcance dependerá el método o estrategia de investigación, incluido el diseño, los procesamientos y otros de sus componentes. La tesis es de tipo correlacional. Las investigaciones correlacionales tienen por objetivo evaluar asociaciones de conceptos, teorías, variables midiendo su relación en términos estadísticos (Hernández & Mendoza, 2018, pp. 106-109).

Los estudios correlacionales al evaluar la asociación entre las variables, primero miden cada una de ellas (presuntamente relacionadas) y las describen y después cuantifican, analizando su vinculación. La utilidad principal de los estudios correlacionales es determinar el comportamiento de una de las variables al determinar previamente el comportamiento de otra u otras variables vinculadas. Las correlaciones pueden ser positivas (directamente proporcionales) o negativas

(inversamente proporcionales). Si es positiva, significa que los casos que muestren valores elevados en una variable afectará a la otra, mostrando esta última también valores elevados. Por el contrario, si es negativa implica que casos con valores elevados en una variable afectará a la otra variable, mostrando esta última valores bajos (Hernández & Mendoza, 2018,p. 110).

La presente investigación es de tipo correlacional, pues de acuerdo a Hernández, Méndez, Mendoza, & Cuevas (2017) se pretendió conocer el grado de relación (regulación ambiental y quema de caña) entre las variables de estudio propuestas (p. 77).

Según Bernal (2016) la correlación examina asociaciones pero no relaciones de causalidad, donde un cambio en un factor influye directamente en un cambio en otro” (p. 147).

### **Diseño de investigación.**

Según Andia (2017) “el diseño define los lineamientos que se debe tomar en cuenta para validar la hipótesis” (p. 167).

En la presente investigación se usó el diseño de triangulación concurrente (DITRIAC) pues se trata de confirmar resultados y efectuar validaciones cruzadas entre datos tanto cualitativos como cuantitativos (Hernández et al., 2014, p. 580). Es decir, los resultados estadísticos de cada variable y/o hipótesis, fueron analizados a

la luz de datos cualitativos como las bases teóricas de la regulación ambiental y el quemado de caña de azúcar; así como la información recabada de los expertos informantes.

### **Dimensión temporal de la investigación.**

La presente investigación abarca el período 2015-2018, por lo tanto, es de diseño longitudinal. Según Hernández et al. (2014) respecto a la longitudinalidad, se entiende que se recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias o hipótesis acerca de la evolución del problema de investigación, sus causas y sus efectos (p. 159).

### **3.2. Diseño muestral**

#### **Población.**

Según Bernal (2016) “población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación” (p. 210). En la presente investigación, la población será tomada de los jefes de hogar del distrito de La Huaca, el cual tiene 2 608 (2 134 varones y 474 mujeres) según (INEI, 2007) a los cuales se les aplicará el instrumento de medición denominado cuestionario.

#### **Muestra.**

La presente investigación, tiene una muestra de 333 ciudadanos del distrito de La Huaca a los cuales se les aplicó el instrumento de medición denominado cuestionario, la muestra se halló mediante la fórmula proveniente de la tabla de Atkins y Colton citado por Sánchez (2010).

$$n = \frac{N(Z^2) (P) (Q)}{(N-1) e + (Z^2) (P) (Q)} = \frac{2608 (1.96) (0.5) (0.5)}{2607 (0.05)^2 + (1.96) (0.5) (0.5)} = 333$$

n = 333 ciudadanos del distrito de La Huaca, año 2018.

### 3.3 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos según Saavedra (2017) son las técnicas de fichaje que consiste en recabar información relevante relacionada al tema materia de investigación (p. 233). Asimismo, las técnicas de observación constituyen un procedimiento metódico, para lograr la aprehensión de datos relacionados a la investigación (p. 234).

#### **Instrumentos.**

Los instrumentos de recolección de datos utilizados para esta investigación y medición de relación entre variables, fueron los siguientes:

**I) Cuestionario.** El cuestionario se aplicó a 333 ciudadanos del distrito de la Huaca, Piura.

La escala de preguntas fue con la teoría de Likert, la cual, según Hernández et al. (2014) es el “Conjunto de ítems que se presentan en forma de afirmaciones para medir la reacción del sujeto en tres, cinco o siete categorías” (p. 238).



### **Confiabilidad del instrumento.**

Según (Vara, 2012, p. 245) acerca de la confiabilidad, “se vincula con la fiabilidad que tiene un instrumento de medición al ser aplicado a una determinada población” y para Avolio (2016) “el objetivo de la confiabilidad es minimizar los errores y sesgos del estudio” (p. 110).

Tabla 4 Rangos de la confiabilidad del instrumento

Intervalos	Interpretación
De 01 a 20	Poca Confiabilidad
De 21 a 40	Baja Confiabilidad
De 41 a 60	Regular Confiabilidad
De 61 a 80	Alta Confiabilidad
De 81 a 100	Excelente Confiabilidad

Fuente: Sánchez (2011).

Tabla 5 Confiabilidad de la regulación ambiental y quemado de caña de azúcar

Variable	Alfa de Cronbach	N de elementos
Regulación ambiental	,955	12
Quemado de caña de azúcar	,968	12

Elaboración: propia

Según la tabla 5 se aprecia una confiabilidad en el instrumento de la variable 1 regulación ambiental de 0.712 es decir una alta confiabilidad y en la variable 2 quemado de caña de azúcar con 0.698 es decir una alta confiabilidad, que ambos instrumentos aplicados se obtuvieron resultados fehacientes.

### **Validación del instrumento**

La validación pasa por el filtro de juicio de expertos de acuerdo a Vara (2012) “quienes revisaron el cuestionario con las variables, dimensiones e indicadores

relacionados al estudio para luego emitir su opinión, sugerencia y finalmente la validación” (p. 212).

El autor (Vara, 2015, p. 402) menciona que la validez es el grado en que un instrumento realmente mide la variable propuesta en la investigación. La validación de instrumento fue realizada por los siguientes expertos:

Tabla 6 *Juicio de expertos del cuestionario de regulación ambiental*

N°	Grado académico	Nombres y apellidos del experto	Dictamen
1	Doctor	Segundo Sánchez Sotomayor	Hay suficiencia
2	Magister	Mario Sánchez Camargo	Hay suficiencia
3	Ingeniero	Ronald Enrique Ordaya Pando	Aplicable con observaciones

Elaboración: propia

Tabla 7 *Juicio de expertos del cuestionario de quemado de caña de azúcar*

N°	Grado académico	Nombres y apellidos del experto	Dictamen
1	Doctor	Segundo Sánchez Sotomayor	Hay suficiencia
2	Magister	Mario Sánchez Camargo	Hay suficiencia
3	Ingeniero	Ronald Enrique Ordaya Pando	Aplicable con observaciones

Elaboración: propia

La Validez del instrumento se encuentra en el anexo 4.

**II) Entrevista a expertos.** Se entrevistaron a 28 expertos informantes (entre abogado, ingenieros ambientales y agrónomos). El criterio de selección fue su experiencia en el PRODUCE, MINAGRI, OEFA o labor ejecutada en ingenieros azucareros, lográndose entrevistar a profesionales involucrados en la aprobación de los EIA´S de AGRÍCOLA DEL CHIRA y AGROAURORA.

Cabe señalar que la entrevista, según Hernández et al. (2014), se define como una reunión para comunicarse e intercambiar información e ideas entre una persona (el entrevistador) y otra (el o los entrevistado). La entrevista se aplicó a los siguientes especialistas:

Tabla 8 *Especialistas en regulación ambiental y cultivo de caña de azúcar entrevistados*

Experto	Profesión	Experiencia relacionada al tema de tesis
Ada Alegre Chang	Abogada	Abogada experta en temas de gestión ambiental. Gerente de la consultora legal ambiental "Ada Alegre Consultores"
Cecilia Torre Sandoval	Abogada	Directora de la Dirección de Gestión Ambiental del PRODUCE.
Paulo Delgado Neyra	Abogado	Director de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Javier Taype Yauri	Ingeniero Agrónomo	Evaluador Ambiental de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Miguel Carranza Palomares	Ingeniero Ambiental	Evaluador Ambiental de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Ricardo Cevallos Morales	Ingeniero Industrial	Evaluador Ambiental de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE.
Gerardo Muñoz Guerra	Ingeniero Geógrafo	Evaluador Ambiental de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Richard Alca Ayaque	Ingeniero Geógrafo	Evaluador Ambiental de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Gatsby Ampuero Armanza	Ingeniero Agrónomo	Director de Gestión Ambiental

		del MINAGRI
Franco Santillán Illesca	Sociólogo	Experto en temas socioambientales de la Dirección de Evaluación Ambiental de PRODUCE.
Jorge Alva Pasapera	Abogado	Coordinador de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Dixon Pinedo Ordoñez	Biólogo	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Agricultura del OEFA
Mary Ann Huancayo Flores	Ingeniera Ambiental	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Hugo Cevallos Morales	Ingeniero Industrial	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Giuliana Tiravanti Beoutis	Licenciada en Química	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Carlos Ortiz Rojas	Ingeniero Ambiental	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
María Alemán Peralta	Ingeniera Forestal	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Álvaro Martínez Vila	Ingeniero Ambiental	Supervisor de la Coordinación de Supervisión Ambiental de Industria del OEFA
Eduardo Melgar Córdova	Abogado	Ex Director de Fiscalización y Aplicación de Incentivos (DFAI) del OEFA
Ronald Ordaya Pando	Ingeniero Mecánico	Ex Director de Evaluación Ambiental de PRODUCE
Efraín Salas Valverde	Ingeniero Mecánico	Gerente de Proyectos de la empresa azucarera AGRO

		INDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A.
Welser Cabrera Méndez	Ingeniero Ambiental	Jefe del Área de Medio Ambiente de la empresa azucarera AGRO INDUSTRIAL LAREDO S.A.A.
José Antonio Mosquera Chalán	Ingeniero Industrial	Jefe del Área de Medio Ambiente de la EMPRESA AGROINDUSTRIAL POMALCA S.A.A.
Julio Talledo De Lama	Abogado	Asesor Legal de las empresas azucareras AGROAURORA S.A.C. y AGROLMOS S.A.A.
Vanessa Hurtado Carrión	Ingeniera Ambiental	Ingeniera del área de medio ambiente de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.C.
Luciano Trelles Flores	Ingeniero Electrónico	Regidor de la Municipalidad Distrital de La Huaca, período 2015-2018
Carlos Salazar Meléndez	Médico	Jefe del Centro de Salud de La Huaca
Edgard Aliaga Lártiga	Ingeniero Industrial	Gerente de Operaciones Agrícolas de la empresa STEVIA ONE PERÚ S.A.C.

Elaboración: propia

### 3.4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Se utilizó el software estadístico denominado SPSS en su versión número 25, según el autor (Valderrama, 2016, p. 229) se utilizará “La estadística descriptiva mediante tablas de frecuencia y diagramas de barra”. (p. 229).

Según (Gamarra, Wong, Rivera y Pujay, 2015, p. 231), “La prueba de hipótesis, se utilizará la estadística no paramétrica de escala ordinal para la presente

investigación, mediante la correlación de Rho de Spearman se podrá conocer el grado de asociación entre las variables propuestas en la presente tesis”.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$r_s$  = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos ( X menos Y)

n = Número de datos

**Figura 2. Componentes del Rho de Spearman**

Fuente: Sánchez (2011), pág. 88.

En la prueba de hipótesis, se aplicó el Coeficiente rho de Spearman y que según (Hernández et al., 2014, p. 322) “Son medidas de correlación para variables en un nivel de medición ordinal; los individuos o unidades de la muestra pueden ordenarse por rangos”.

**Nivel de significación en la prueba de hipótesis.**

Según Hernández et al. (2014) “el nivel de significancia es el nivel de la probabilidad de equivocarse y que fija de manera a priori el investigador” (p. 302).

El nivel de significación en la prueba de hipótesis según Martínez (2012) es “la máxima probabilidad de que se especifique con el fin de hacer mínimo el primer tipo de error. Generalmente, esta probabilidad se fija antes de escoger la muestra” (p. 212).

En la presente investigación de acuerdo a Martínez (2012), se aplicó “un nivel del 5%, donde el resultado es significativo, si se utiliza el 1%, el resultado es

altamente significativo, el 10% se considera poco significativo” (p. 212).

### **3.5. Aspectos éticos**

Durante la elaboración de la tesis, el investigador adoptó una conducta ética y de respeto a la integridad moral de los ciudadanos del distrito de La Huaca al momento de aplicar el cuestionario; así como de los expertos informantes, al momento de realizar las entrevistas.

Asimismo, el investigador respetó las autorías, ideas y diseños de fuentes de información citadas.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Metodología para la medición de variables

La medición de los indicadores de las variables se da con los resultados cualitativos y cuantitativos; así como también se determina con los alcances de las bases teóricas. A continuación, se detalla la metodología para efectuar la interacción entre los indicadores y los instrumentos de medición.

Tabla 9 Interacción entre indicadores e instrumentos de medición

Variable	Dimensiones	Indicador	Consideraciones previas a la aplicación de los instrumentos (hechos ocurridos en el período 2015-2018)	Instrumentos de medición	
				Expertos Informantes	Encuestados
Regulación Ambiental	Comando y Control	Promulgación de normas y sanciones en materia ambiental/ Estándares de emisión	Estudios de Impacto Ambiental (EIA) aprobados. Inexistencia de sanciones impuestas para las empresas azucareras en La Huaca	Se busca obtener su juicio de experto respecto de la situación de cada indicador y recomendaciones para mejorarlo (y esto a su vez incide en la variable), según corresponda (*).	Se busca obtener percepciones y opiniones de los pobladores de La Huaca respecto de los indicadores.  Asimismo, se procesarán los datos en forma estadística para determinar la correlación entre variables
	Incentivos Económicos	Impuestos/ Inversión en Innovación	Inexistencia de estos mecanismos		
	Certificación de la Industria	Actualidad de empresas azucareras en La Huaca/ Certificaciones ISO 14001	Empresas azucareras causantes de malestar social. Inexistencia de Certificaciones ISO para cultivo de caña de azúcar en las empresas azucareras		
Quemado de caña de azúcar	Salud de las personas	Deterioro de la Salud/ Relación de PM10 y salud	Inexistencia de estudios científicos médicos en La		



		de personas	Huaca		
	Contaminación del medio ambiente	Contaminación de aire y suelo/ Estándar de Calidad Ambiental para Aire	Estudio realizado por el SENAHMI en La Huaca. Existencia de riesgo de afectación a la calidad de aire		
	Educación Ambiental	Relación comunidad y medio ambiente/ Conciencia Ambiental	Inexistencia de educación y conciencia ambiental en La Huaca.		

(\*) Por ejemplo: Los expertos informantes señalan que la aprobación de EIA, como manifestación de comando y control, es insuficiente para una adecuada regulación ambiental y a su vez, proponen mecanismos o alternativas para mejorar este indicador, lo cual mejoraría la regulación ambiental.

Elaboración: propia

## 4.2. Análisis e interpretación

### 4.2.1 Resultados cualitativos

A continuación, se enlista a los expertos entrevistados, sus respuestas y principales comentarios.

Tabla 10 Resultados entrevistas

Variable	Preguntas Base	Respuesta General
Regulación Ambiental	(*) ¿El actual panorama normativo (normativa de PRODUCE, de OEFA o del MINAGRI) ayuda a una efectiva fiscalización ambiental a los ingenios azucareros? considerando la extensión de los campos. Específicamente, por la quema de caña parada.	Es insuficiente. Se requiere intervención del Estado para regular este tema, al ser la quema de la caña una actividad riesgosa para la calidad del aire.
	(*) En caso de que la normativa es insuficiente, ¿qué tipo o características de la normativa se necesitaría?	Se requiere una normativa que establezca obligaciones específicas para la industria cañera, como por ejemplo: factores máximos de emisión por quema de caña, normativa que establezca pautas para elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de actividad cañera.  Además, se destacan opiniones de expertos referidas a que paralelamente a las obligaciones que se puedan establecer, el Estado debe

		implementar intervenciones de fomento para la valorización de la broza de caña, a efectos de reducir la quema de la caña.
	(*) ¿La solución está en dar un tiempo de adecuación a los ingenios 10 o 20 30 años?	No existe unanimidad en los expertos informantes. Para algunos, este plazo dado en otros países como Colombia o Brasil, no respondería a la realidad peruana y en consecuencia, otorgar este plazo no garantiza que las empresas reduzcan la quema de caña, a menos de que exista un Plan de Acción por parte del Estado. El plazo es un medio, no un fin en sí mismo. En tanto, otros expertos, afirman que sí es necesario en todo contexto.
	(*) ¿El Estado debe aplicar impuestos y subsidios en Innovación (máquinas cosechadoras especiales) para el descincetivo de la quema de caña de azúcar?	La mayoría de expertos coincide en que esto no sería la solución. Incluso, algunos añaden que tampoco podría ser considerado como paliativo al problema.
	(*) ¿El Estado debe fomentar la producción de otros productos alternativos a la caña de azúcar (stevia, biol a base de maíz o cebada) estos productos podrían reemplazar al cultivo de caña de azúcar?	La mayoría de expertos coincide en que la Stevia y el cultivo de maíz y cebada para etanol, es indiferente al cultivo de caña de azúcar. Asimismo, añaden que no creen estos productos reemplacen o compitan con la caña de azúcar en un corto, mediano o largo plazo.
	(*) ¿Como describiría ud. la actualidad de empresas azucareras en temas de gestión ambiental?	En su mayoría, los expertos coinciden que son empresas que se han quedado en el pasado en la tecnificación de su proceso agrícola e industrial. Algunos las califican de “empresas pueblo”, en razón de que dan trabajo o generan movimiento comercial a una localidad o comunidad entera y esta acepta la empresa, incluso con quema de caña, con tal de obtener trabajo para sobrevivir. En el mejor de los comentarios, señalan que están en “proceso de mejora” con la aprobación de sus estudios ambientales.
	(*) ¿Cree que el ISO 14001 puede ser una solución para que esas empresas mejoren en su gestión ambiental?	En su mayoría, los expertos informan que esta certificación no es solución. Algunos, llegan a afirmar que podría coadyuvar mínimamente.
Quema de caña de azúcar	(**) ¿Como influye la quema de caña en la salud de las personas?	En su mayoría, solamente señalan que en teoría existiría una afectación por el material particulado y monóxido de carbono que emitiría la quema, pero reconocen que no existe un estudio a nivel nacional que demuestre que ello es así.
	(**) ¿Qué retos afrontarían los ingenios azucareros para el cambio a una cosecha mecanizada en verde? ¿Temas sociales? ¿la generación de broza de la caña? ¿encontrar el tipo de caña ideal?	Los expertos coinciden que este cambio es muy complicado para los ingenios azucareros. Entre otros aspectos, señalan que los retos principales es encontrar el tipo de caña con menos follaje y la manera como se va a disponer la broza.
	(**) ¿Existe relación entre la	En su mayoría, señalan que no existe mayor

	quema de caña y el número de consultas por IRA?	información en el Perú para responder esta pregunta. No obstante, algunos señalan que en teoría, la quema de la caña sí aportaría al incremento de número de consultas.
	(**) ¿Se puede decir que la quema de caña impacta de manera negativa la calidad del aire y suelo?	La mayoría de expertos coinciden plenamente que es una actividad que impacta de manera negativa a la calidad de aire. En el caso del suelo, no existe unanimidad, pues algunos expertos afirman que sí impacta de manera negativa, en tanto otros aducen que no.
	(**) ¿Es necesario que el Estado impulse programas de educación ambiental a efectos de concientizar a emprendedores y/o empresarios de optar por formas alternativas de producir endulzantes y biocombustible? O ¿procurar optar por otros mecanismos de cosecha de la caña de azúcar?	En su mayoría, coinciden que la educación ambiental es necesaria y debe darse de manera paralela a una intervención del Estado.
	(**) ¿Es necesario que el Estado efectúe programas de educación ambiental a pobladores para informar sobre los efectos de la quema de azúcar?	En su mayoría coinciden que sí es necesario.  Algunos identifican que sí es necesaria, siempre y cuando se de en el marco de un Plan de acción, a efectos de que no genere o agrave un conflicto social.

*Fuente: Entrevistas aplicada a expertos informantes*

*Elaboración: propia.*

### **Comentarios adicionales importantes de los expertos informantes**

Resulta importante señalar, que algunos expertos aseveran que es necesario tener un tipo de caña ideal con la menor cantidad de follaje posible, para reducir la quema de la caña parada (Javier Taype, Gatsby Ampuero y Hugo Cevallos, por ejemplo). Para el Ing. Hugo Cevallos esta es la “raíz del problema”.

Al lograr esto -aseveran los expertos- sería más fácil la aplicación de las máquinas cosechadoras en los campos de cultivo, pues ya no se generaría broza de caña (residuo vegetal) en grandes cantidades, siendo a su vez, más accesible valorizar este residuo.

Otra opinión que no puede dejarse de mencionar de los expertos, como lo manifestado por la Ing. Mary Ann Huancayo, es que los ingenios azucareros en el Perú son antiguos. Esto implica que los ingenios tienen sus campos de cultivo adecuados para quemar caña y la planta industrial donde se fabrica el azúcar, también es diseñada para recibir caña quemada. La caña cortada con máquinas cosechadoras trae mayor cantidad de materia extraña (residuos similares a la broza) que una caña quemada y por ende, se necesitaría mayor tratamiento y máquinas adicionales para procesarla.

La semilla de la caña dura aproximadamente 05 años y la forma como se ha implantado esta semilla en el suelo es para que sea quemada. Esto quiere decir que si es que se quiere cambiar el tipo de caña en un campo de cultivo (con menos follaje), se tendría que considerar este tiempo.

De igual manera, la mayoría de ingenios azucareros en el Perú tiene la planta industrial para recibir caña quemada. Esto quiere decir que, si se implementa la cosecha mecanizada sin quema, la empresa no sólo tiene que invertir en la adecuación de campos de cultivo, sino también en cambiar gran parte de su planta industrial o en algunos casos, se debería implementar una fábrica de azúcar nueva.

En ese sentido, para algunos expertos (como Efraín Salas) afirman que es imposible que se llegue a un escenario en que todos los ingenios azucareros dejen

de quemar en su totalidad. Incluso, ningún país a nivel mundial ha logrado eso. Este experto, en su condición de gerente de proyectos de la empresa AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A., señala que en dicho ingenio se ha intentado aplicar cosecha mecanizada recreando un micro clima de humedad mediante riego por pigotes (riego por aspersión) no obstante, no se ha logrado que la broza que se genera se degrade en el suelo y al no ocurrir ello no permite que crezca la siguiente cosecha de caña. Asimismo, el hecho de que se implemente cosecha mecanizada implicaría que se despidiera a gran parte del personal en PARAMONGA, generándose malestar social.

Por otro lado, el experto Welser Cabrera, informa que en AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. (empresa filial del grupo empresarial colombiano “Manuelita”), en la provincia de Trujillo, en el marco de su política de mejora ambiental, tiene un proyecto piloto de elaboración de compostaje, para valorizar la broza generada por la cosecha mecanizada parcial que se viene implementado en sus campos de cultivo y que no se degrada. Lamentablemente, la cantidad de broza que se genera sobrepasa la capacidad de la planta piloto de compostaje, necesitándose de un proyecto mayor para ello y en consecuencia, una mayor inversión para la empresa.

También en este ingenio, se viene realizando pruebas a efectos de disponer la broza de la caña como combustible de los calderos de la planta industrial de azúcar. No obstante, la cantidad de broza que entra a los calderos es mínima, pues técnicamente debe ser mezclada con otras materias para ser considerada como combustible (por ejemplo, con el bagazo de la caña).

Por estas razones, en LAREDO a la fecha, se enfarda la broza que se genera al aplicar cosecha mecanizada hasta algún día encontrar la alternativa eficiente para disponerla o valorizarla.

Lo que ocurre en PARAMONGA y en LAREDO es una situación que difiere a lo que ocurre en AGROLMOS por ejemplo. El abogado y representante de este ingenio, el Dr. Julio Talledo De Lama, señala que a pesar de que en su estudio ambiental se autoriza quemar caña parada en todos sus campos de cultivo, en la práctica, recreando un micro clima húmedo con pigotes, se logró aplicar cosecha mecanizada sin quemar, siendo que la broza se degrada en el suelo.

Sin embargo, el Dr. Talledo refiere que están evaluando volver a quemar caña parada, pues el hecho de recrear con micro clima húmedo genera la aparición de vectores (insectos, hongos, roedores, etc.) que afectan la cosecha de caña.

Asimismo, el abogado señaló que AGROAURORA cuenta con un sistema de riego por goteo, que si bien es cierto es el más eficiente respecto del recurso hídrico, no genera ese micro clima necesario para que la broza se degrade en ese ingenio, por ello, necesita evaluar alternativas para determinar qué se hará con la broza que genere al aplicar la cosecha mecanizada

Lo señalado por los expertos Efraín Salas y Julio Talledo, tenemos en claro que el suelo peruano es diverso y las condiciones para cultivar caña es distinta en cada ingenio. Para el experto Gatsby Ampuero, el suelo idóneo para que se degrade la broza sería uno del tipo húmedo y ácido, como el de la selva. No obstante, en esta región no existen cultivos de caña importantes.

Sin perjuicio de lo expuesto en el párrafo anterior, y de acuerdo a lo conversado por el experto Gatsby Ampuero, en la selva tenemos al ingenio azucarero de la pequeña empresa JM UCAYALI SAC, conformada por pequeños agricultores del departamento de San Martín. En las pocas hectáreas de este ingenio, se aplica en un 70% cosecha mecanizada sin quema, pues la broza que se genera, se degrada en el suelo sin mayor dificultad.

Otro tema que también informaron los expertos es acerca sobre el hecho de que la quema de la caña coadyuve a concentrar mejor la sacarosa de esta y se obtenga un mejor producto final. Para algunos expertos (como Dixon Pinedo), esto no tiene base y es una conjetura o creencia de los empresarios cañeros, en tanto para otros (como Ricardo Cevallos) sí es necesaria la quema para concentrar mejor la sacarosa, pues en teoría el calor de la quema ayudaría a eso.

Los ingenios azucareros materia de la presente investigación (AGRÍCOLA DEL CHIRA Y AGROAURORA) son relativamente modernos. De ahí, que tengan

mayores oportunidades para lograr una cosecha mecanizada sin quema, en la totalidad de sus campos. De hecho, en sus estudios ambientales ya proyectan esto.

En cuanto a la situación de la quema de caña en La Huaca, el regidor de la Municipalidad, el señor Luciano Trelles Flores, señala que las entidades del gobierno central (PRODUCE, MINAGRI, OEFA) no actúan de manera coordinada. Cuando se atiende denuncias ambientales, los supervisores competentes siempre llegan a destiempo, cuando la quema ya pasó.

El regidor, refiere además, que otro problema ambiental de la ciudad es la inadecuada gestión de residuos sólidos en el botadero municipal, el cual precisamente se encuentra yuxtapuesto a los campos de AGROAURORA y a la fecha, esta empresa ha denunciado ante la Fiscalía por el delito de contaminación ambiental a los funcionarios de la Municipalidad Distrital de La Huaca.

El regidor entrevistado también indicó que en el año 2012, debido al humo generado por las quemas de broza de caña de AGRÍCOLA DEL CHIRA, aconteció un accidente automovilístico en la carretera panamericana, al nublar el humo la visión de los conductores.

Finalmente, el regidor municipal señaló que el verdadero interés de la Municipalidad y de los pobladores es que a la ciudad y a sus casas no llegue el humo o cenizas de la quema. En todo caso -según refiere el regidor- no se tendría



problemas en que las empresas cañeras ejecuten quemas, con tal de que no sientan sus efectos.

Por su parte, el Jefe del Centro de Salud de La Huaca, el galeno Carlos Salazar Meléndez, señala que no existen estudios epidemiológicos en su distrito, que determine el impacto de la quema de caña en la salud de las personas. Además, señala que en teoría la quema de la caña lo que generaría son síntomas alérgicos (congestión nasal, tos, estornudos, etc.) los cuales, si no son tratados adecuadamente, se complican y aparecería una Infección Respiratoria Aguda (IRA).

El galeno también señala que para realizar el estudio epidemiológico antes referido, se necesitaría en primer término, que el centro de salud tenga conocimiento de los días en que se quema caña de azúcar y se contraste con las consultas médicas por afecciones respiratorias que se realicen en estos días. En segundo término, se necesita la fidelidad de los pobladores de La Huaca, a efectos de que asistan al Centro de Salud y reporten su afección respiratoria, pues por lo general, los pobladores antes de ir al médico, optan por ir a la farmacia y automedicarse.

También, se recalca lo informado por los entrevistados que pertenecen al OEFA. El Jefe de Actividades del OEFA, el Ing. Carlos Ortiz Rojas y el Abg. Jorge Alva Pasapera, aducen respecto a la empresa AGROAURORA que de acuerdo al estudio técnico realizado por el SENAHMI en el año 2018, se advierte que las emisiones que se generan por la quema afectan la calidad de aire del distrito de La

Huaca, incumpléndose el ECA aire aprobado por Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Además, se está evaluando la posibilidad de contratar el servicio de Drones que sobrevuelen los campos de cultivo de AGROAURORA, a efectos de mejorar la fiscalización ambiental que se hace a esta empresa, debido a la magnitud y extensión de sus campos.

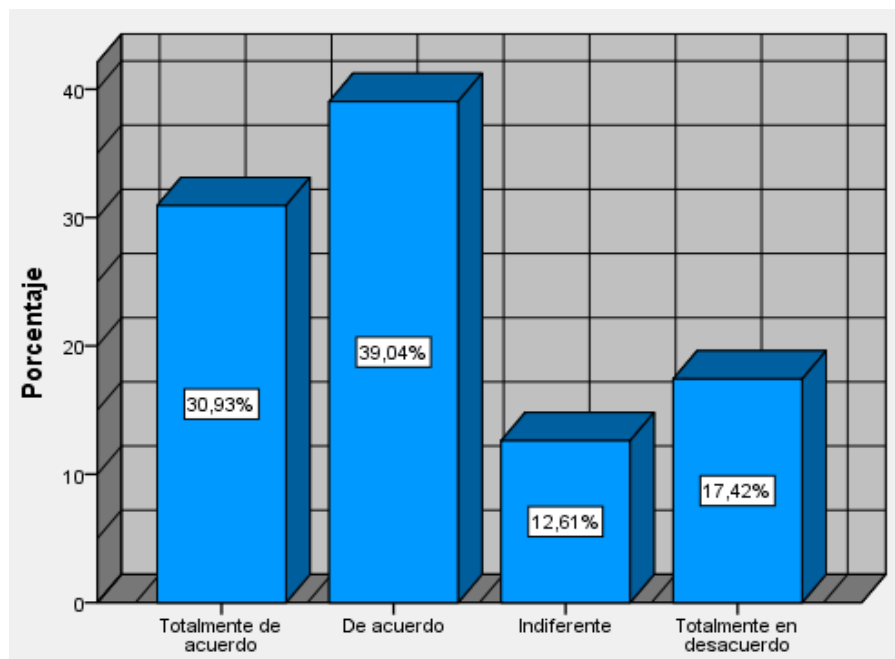
Los demás entrevistados del OEFA, coinciden en señalar que al no existir normativa, los compromisos ambientales que se aprueban en los estudios ambientales es muy general e inespecífica. Respecto al EIA que aprobó el PRODUCE para el caso de AGROAURORA, señalan que se le otorga un plazo a la empresa máximo de 30 años para dejar de quemar caña en sus campos de cultivo, pero sin metas específicas por cada período, lo que conllevaría a que la empresa recién en el año 30 cumpla con dejar de quemar caña y en estricto, no se encuentra obligada a realizar actividades o acciones específicas en años anteriores.

#### 4.2.2. Resultados cuantitativos

Tabla 11 Distribución de la frecuencia de la variable 1. Regulación ambiental

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	103	30,9
	De acuerdo	130	39,0
	Indiferente	42	12,6
	Totalmente en desacuerdo	58	17,4
	Total	333	100,0

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia



**Figura 3. Barras de la variable regulación ambiental**

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia

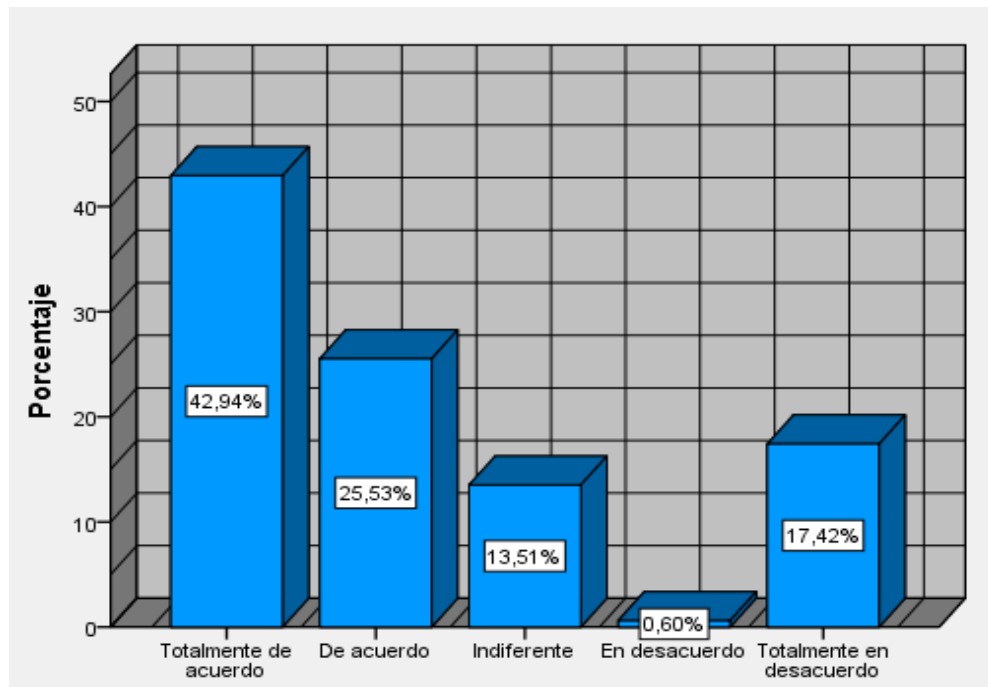
Según los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los ciudadanos del distrito de La Huaca, Piura, señalan estar de acuerdo con un 39% (130 personas) que exista una regulación ambiental en relación al quemado de caña de azúcar. Un 17.4% señala estar totalmente en desacuerdo que exista una regulación ambiental

Tabla 12 Distribución de la frecuencia de la dimensión comando y control

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	143	42,9
	De acuerdo	85	25,5
	Indiferente	45	13,5
	En desacuerdo	2	,6
	Totalmente en desacuerdo	58	17,4
	Total	333	100,0

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia



**Figura 4. Barras de la dimensión comando y control**

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

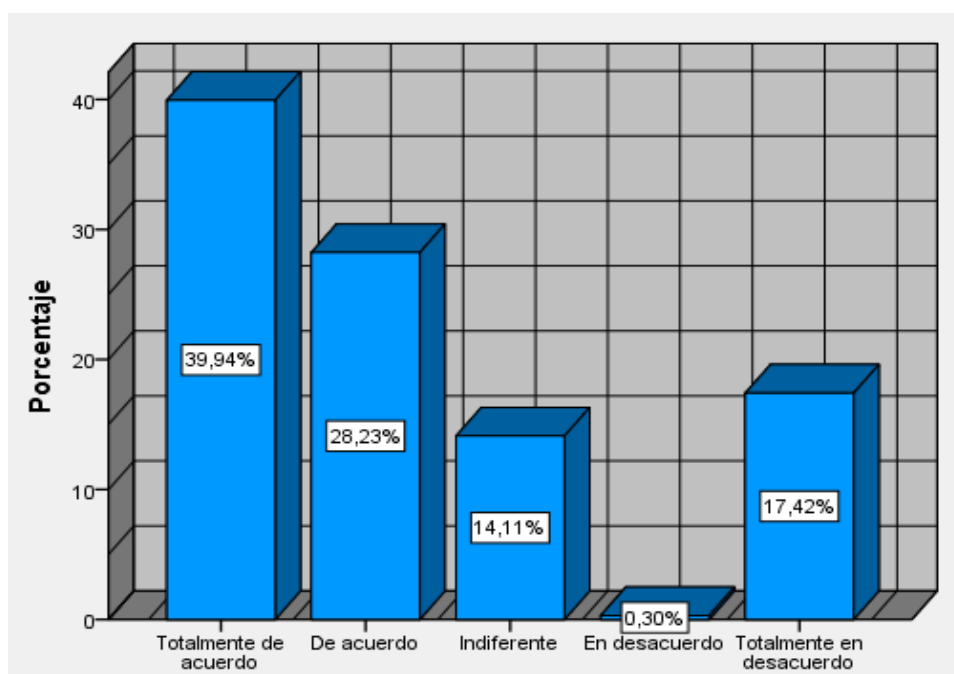
Elaboración: propia

Según los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los ciudadanos del distrito de La Huaca, Piura, señalan estar totalmente de acuerdo con un 42.9% (143 personas) que el gobierno peruano debe promulgar normas y sanciones sobre regulación ambiental y estándares de medición relacionados al quemado de caña de azúcar. Un 17.4% señala estar totalmente en desacuerdo que exista un comando y control para las empresas azucareras.

Tabla 13 Distribución de la frecuencia de la dimensión incentivos económicos

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	133	39,9
	De acuerdo	94	28,2
	Indiferente	47	14,1
	En desacuerdo	1	,3
	Totalmente en desacuerdo	58	17,4
Total		333	100,0

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia



**Figura 5. Barras de la dimensión incentivos económicos**

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia

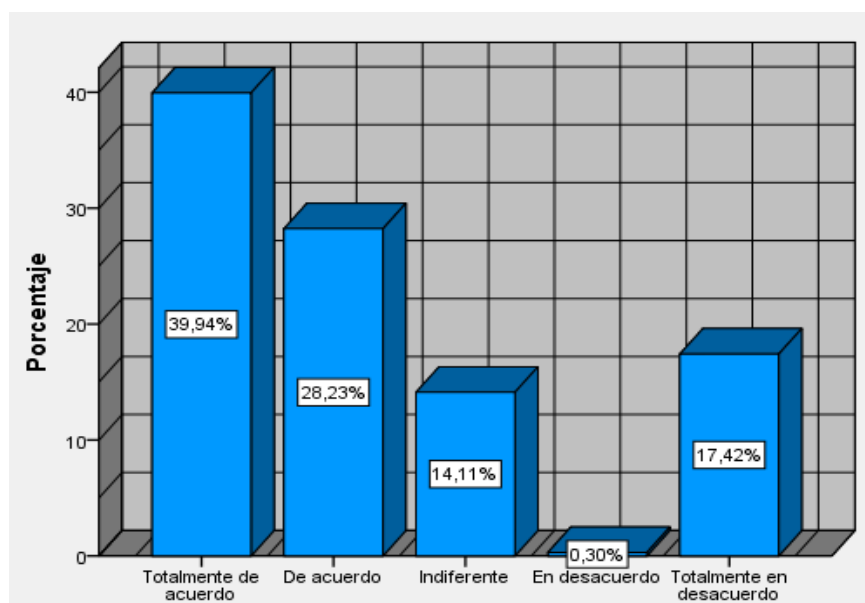
Según los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los ciudadanos del distrito de La Huaca, Piura, señalan estar totalmente de acuerdo con un 39.9% (133 personas) que el gobierno peruano debe diseñar incentivos económicos y aplicarlos en las empresas que se dedican a las actividades de producción de etanol a base de

cebada o maíz y de Stevia (endulzante alternativo al azúcar) antes que los tradicionales ingenios azucareros. Un 17.4% afirma estar totalmente en desacuerdo que los incentivos económicos para las empresas azucareras sea una solución al tema de quemado de caña de azúcar.

Tabla 14 Distribución de la frecuencia de la dimensión certificación de la industria

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	144	43,2
	De acuerdo	54	16,2
	Indiferente	58	17,4
	En desacuerdo	19	5,7
	Totalmente en desacuerdo	58	17,4
	Total	333	100,0

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia



**Figura 6. Barras de la dimensión incentivos económicos**

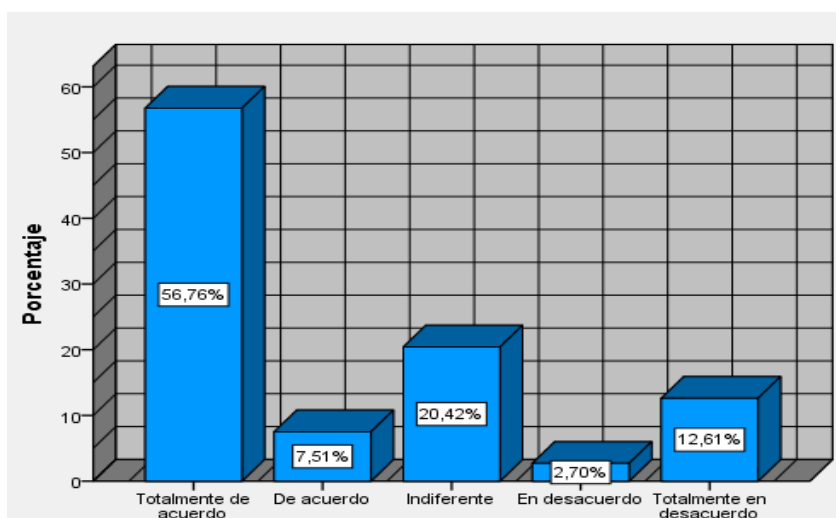
Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia

Según los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los ciudadanos del distrito de La Huaca, Piura, señalan estar totalmente de acuerdo con un 43.3% (144 personas) que las empresas azucareras deben tener conocimiento y aplicar las normas y principios de la certificación ISO 14001. Un 17.4% de personas encuestadas se muestra indiferente que los incentivos económicos sea una alternativa de solución al quemado de caña de azúcar.

Tabla 15 Distribución de la frecuencia de la variable quemado de caña de azúcar

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	189	56,8
	De acuerdo	25	7,5
	Indiferente	68	20,4
	En desacuerdo	9	2,7
	Totalmente en desacuerdo	42	12,6
	Total	333	100,0

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia



**Figura 7. Barras de la variable quemado de caña de azúcar**

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
Elaboración: propia

Según los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los ciudadanos del distrito de La Huaca, Piura, señalan estar totalmente de acuerdo con un 56.8% (189 personas) que el quemado de caña de azúcar afecta la salud de las personas causando enfermedades respiratorias como el asma bronquial. Asimismo, contamina el suelo. Finalmente, no existen en la actualidad charlas de educación ambiental que ocasionen concientizar a los ciudadanos sobre el cuidado del medio ambiente.

### 4.3. Contraste de Hipótesis

#### 4.3.1. Contraste de la hipótesis general

**Ho:  $r_{XY} \neq 0$                       Hipótesis nula**

La regulación ambiental no se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

**Ha:  $r_{XY} = 0$                       Hipótesis alternativa**

La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

*Tabla 16 Coeficiente de Correlación de Spearman entre las variables regulación ambiental y quemado de caña de azúcar*

			Regulación ambiental (Agrupada)	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)
Rho de Spearman	Regulación ambiental (Agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	-,207**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	333	333
	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)	Coeficiente de correlación	-,207**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	333	333

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia



## Interpretación

Se advierte que la significancia obtenida fue menor que el nivel propuesto ( $p=0,000<0,05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 207$ ), interpretándose como: A mayor regulación ambiental, entonces menor quemado de caña de azúcar.

### 4.3.2 Contraste de la hipótesis específica 1

**Ho:  $r_{XY} \neq 0$       Hipótesis nula**

La regulación comando y control no se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

**Ha:  $r_{XY} = 0$       Hipótesis alternativa**

La regulación comando y control se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Tabla 17 Coeficiente de Correlación de Spearman entre la regulación comando y control y quemado de caña de azúcar

			Comando y control (Agrupada)	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)
Rho de Spearman	Comando y control (Agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	-,244**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	333	333
	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)	Coeficiente de correlación	-,244**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	333	333

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia

## Interpretación

Se advierte que la significancia obtenida fue menor que el nivel propuesto ( $p=0,000 < 0,05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La regulación comando y control se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 244$ ), interpretándose como: A mayor comando y control, entonces menor quemado de caña de azúcar.

### 4.3.3 Contraste de la hipótesis específica 2

**Ho:  $r_{XY} \neq 0$       Hipótesis nula**

Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental no se relacionan significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

**Ha:  $r_{XY} = 0$       Hipótesis alternativa**

Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental se relacionan significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Tabla 18 Coeficiente de Correlación de Spearman entre los incentivos económicos y quemado de caña de azúcar

			Incentivos económico (Agrupada)	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)
Rho de Spearman	Incentivos económico (Agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	-,145**
		Sig. (bilateral)	.	,008

	N	333	333
Quemado de caña de azúcar (Agrupada)	Coefficiente de correlación	-,145**	1,000
	Sig. (bilateral)	,008	.
	N	333	333

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia

## Interpretación

Se advierte que la significancia obtenida fue mayor que el nivel propuesto ( $p=0,008>0,05$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental no se relacionan significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 145$ ), interpretándose como: A mayores incentivos económicos, entonces menor quemado de caña de azúcar.

### 4.3.4 Contraste de la hipótesis específica 3

**Ho:  $r_{XY} \neq 0$       Hipótesis nula**

La certificación de la industria no se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

**Ha:  $r_{XY} = 0$       Hipótesis alternativa**

La certificación de la industria se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Tabla 19 Coeficiente de Correlación de Spearman entre la certificación de la industria y quemado de caña de azúcar

			Certificado de la industria (Agrupada)	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)
Rho de Spearman	Certificado de la industria (Agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	-,069
		Sig. (bilateral)	.	,209
		N	333	333
	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)	Coeficiente de correlación	-,069	1,000
		Sig. (bilateral)	,209	.
		N	333	333

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca

Elaboración: propia

### Interpretación

Se advierte que la significancia obtenida fue mayor que el nivel propuesto ( $p=0,209>0,05$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La certificación de la industria no se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 069$ ), interpretándose como: A mayor certificación de la industria, entonces menor quemado de caña de azúcar.

Tabla 20 Prueba de Normalidad Kolgomorov Smirnov

		Regulación ambiental (Agrupada)	Quemado de caña de azúcar (Agrupada)	Comando y control (Agrupada)	Incentivos económico (Agrupada)	Certificado de la industria (Agrupada)
N		333	333	333	333	333
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	2,34	2,07	2,24	2,27	2,38
	Desviación estándar	1,376	1,420	1,451	1,433	1,505
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,297	,342	,250	,256	,253
	Positivo	,297	,342	,250	,256	,253
	Negativo	-,165	-,226	-,196	-,188	-,180

Estadístico de prueba	,297	,342	,250	,256	,253
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	<b>,000<sup>c</sup></b>	<b>,000<sup>c</sup></b>	<b>,000<sup>c</sup></b>	<b>,000<sup>c</sup></b>	<b>,000<sup>c</sup></b>

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Encuesta aplicada a pobladores de La Huaca  
 Elaboración: propia

La prueba de normalidad aplicada es Kolgomorov Smirnov, porque se tiene más de 50 muestras, en este caso se cuenta con 333 muestras, y los resultados señalaron que no existe normalidad, entonces se aplica la estadística no paramétrica.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

En este capítulo, se realizará un análisis de los resultados cuantitativos y cualitativos de la investigación a la luz de las bases teóricas y los resultados de investigaciones internacionales y nacionales. Se profundiza el análisis antes referido en el marco de los conceptos del Análisis de Impacto Regulatorio (AIR), lo que conllevará posteriormente, a señalar las recomendaciones para atender la problemática de quema de caña de azúcar en el distrito de La Huaca.

En el Perú, la actividad riesgosa para la salud de las personas como la quema de caña de azúcar, viene siendo “regulada” únicamente a través de la aprobación de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que se aprueban para cada caso en concreto. En adición a ello, de acuerdo a lo señalado por el jefe del centro de salud de La Huaca, al no existir un estudio epidemiológico en este distrito, no se podría afirmar que las actividades de quema de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.C. y AGROAURORA S.A.C., generen un incremento en el número de consultas por IRA, a pesar de que teóricamente el quemado de caña genera material particulado y monóxido de carbono, parámetros que impactan negativamente en las personas.

No obstante, de acuerdo al estudio técnico realizado entre OEFA y SENAHMI en el año 2018, se concluye que las actividades de quema de AGROAURORA S.A.C., tal y como fueron aprobadas en el EIA aprobado por PRODUCE, generan un

riesgo para la calidad de aire. Esta condición, eventualmente, podría repercutir en la salud de las personas del distrito de La Huaca.

Los resultados cuantitativos obtenidos indican que existe correlación inversa significativa de ( $r = -$ , 207), interpretándose como: A mayor regulación ambiental, entonces menor quemado de caña de azúcar.

Lo señalado en el párrafo precedente, guarda correlato con la escasa regulación (o nula) que establecen los EIA'S aprobados para las empresas azucareras de La Huaca, pues lo único que hacen las autoridades ambientales para aprobar el EIA, es aceptar el tiempo de quema y cronograma de reducción de la misma que proponen las empresas, que por lo general es de 20 a 30 años.

Los resultados cuantitativos van en la misma línea con la investigación de Villalobos (2017), en lo referente a que a pesar de que las actividades de quema de caña (en Laredo) no superan el ECA aire establecido por el Estado, de igual forma se genera molestia a las personas por el humo y cenizas que genera esta actividad, lo que denota una falta de regulación.

En tanto, los resultados cualitativos, arrojan que es necesaria una regulación ambiental para reducir la quema de caña o de broza, al ser esta una actividad riesgosa. Esta conclusión general guarda correlato con lo señalado en la parte de análisis cuantitativo: A mayor regulación, menor quema de caña.

No obstante, se debe precisar que de acuerdo a las directrices y conceptos del Análisis de Impacto Regulatorio (AIR) citado en las bases teóricas de la presente investigación, el tipo de regulación para reducir la quema de caña de azúcar estaría enfocada al marco de promoción e incentivos para la gestión de la broza de caña (residuo sólido vegetal), antes que la regulación “comando y control”.

El esquema “prohibición – sanción” de la técnica clásica del comando y control, se pronostica que sería ineficaz o en todo caso incompleto, para desincentivar la quema de la caña, pues, siguiendo lo señalado por el experto Dixon Pinedo y los demás supervisores del OEFA, se necesitaría encontrar a la empresa azucarera “con las manos en la masa” quemando caña de azúcar o broza por su personal incumpliendo lo aprobado en el EIA respectivo, para poder eventualmente multarla.

La situación descrita es prácticamente imposible, pues cuando llegan los supervisores del OEFA a atender denuncias por quema de caña, el evento ya finalizó y las empresas lo reportan como hecho fortuito u originado por terceros ajenos al ingenio y no existe prueba idónea que desvirtúe lo afirmado por la empresa. Esta situación ya se da en la práctica y se seguiría dando en caso se promulgue una norma prohibiendo la quema de caña.



Aunado a ello, el esquema de multas, cuando se aplica efectivamente pierde su carácter disuasivo, se desnaturaliza, pues el infractor de alguna manera paga el costo por incumplir la norma.

Por otro lado, de acuerdo a lo señalado por los expertos (Gatsby Ampuero, Richard Alca, Paulo Delgado, Efraín Salas, Welser Cabrera y Javier Taype principalmente), se tiene que a la fecha ya existen ingenios azucareros que tienen máquinas cosechadoras especiales que aplican parcialmente a sus campos de cultivo de caña, pero no logran aplicarla en un 100 %, debido a la cantidad de broza que se genera sin degradarse en el suelo y no saben qué hacer o como disponerla, entendiéndose esto como un gasto mayúsculo a asumir. Ante esto, se opta por quemar la caña y desaparecer el residuo vegetal antes que se genere.

AGRO INDUSTRIAL LAREDO S.A.A., AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A. y las mismas AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.C. y AGROAURORA S.A.C., son un claro ejemplo de ingenios que tienen este problema de la broza de caña y de ahí la quema de caña de azúcar, sin dejar de mencionar que LAREDO ya cuenta con un proyecto piloto de planta para elaborar compostaje, donde se utiliza la broza como materia prima, siendo que este proyecto piloto no soporta la cantidad de broza que se genera en este ingenio. Asimismo, LAREDO viene realizando estudios técnicos a fin de determinar si la broza puede servir como combustible en los calderos de su planta industrial.

En la misma línea, por ejemplo, si el Estado peruano optara por el fomento de instalación de plantas de valorización de residuos (para convertirlos en compost, en energía eléctrica o en biogás), más bien, la broza de caña ya no sería un “problema” para las empresas azucareras, sino esta sería materia prima para las plantas de valorización, incluso, el titular de las plantas de valorización pagaría a los ingenios por obtener broza de caña.

Es importante señalar, que el titular del ingenio azucarero podría también implementar proyectos para valorizar la broza. No obstante, sería más eficiente que el Estado gestione esto, pues daría a su vez solución a los botaderos municipales; en tanto las empresas cañeras, se enfocarían en su productividad y eficiencia de sus procesos.

Lo antes dicho, discrepa con la opción de enterrar los residuos sólidos vegetales recomendada López, J. y otros (2017). para AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., pues existen soluciones más eficientes, con mayores beneficios tanto para la empresa como para la sociedad. Téngase en cuenta que enterrar los residuos sólidos, también es un gasto para la empresa. Incluso, en algunos ingenios (como en LAREDO) se ha descartado la opción de enterrar la broza, debido al gasto que representaría disponer de esta forma las grandes cantidades de broza que se genera.

En el caso de las empresas azucareras en el distrito de La Huaca, si existiese una Planta de Valorización de residuos que requiera broza de caña (una planta de biogás por ejemplo) se solucionaría el problema de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., y se generaría el incentivo para que AGROAURORA S.A.C., siga este mismo camino.

Por lo expuesto, la regulación ambiental que se necesitaría principalmente sería una asociada al fomento de la valorización de residuos sólidos, para la disminución de quema de caña de azúcar.

En relación a la hipótesis específica 1, el análisis cuantitativo (a mayor regulación comando y control, menor quema de caña de azúcar) se contrapone con los resultados hallados con la investigación de Da Silva, Tavares, Saran, & Alves (2018) quienes mostraron que las medidas legales para eliminar la quema de caña de azúcar antes de la cosecha no fueron efectivas en ninguna ciudad del estudio. Además, el período coincide con una expansión de las áreas de plantación de caña de azúcar en el estado de São Paulo. Por lo tanto, las medidas legales y voluntarias no han demostrado ser suficientes para proteger la salud pública en el área de estudio.

Por su parte, los resultados cualitativos, demuestran que si bien puede existir una regulación del tipo comando y control, esta debe ser complementada necesariamente por regulación de fomento de valorización de residuos vegetales del cultivo de caña.

Lo señalado en el párrafo anterior, encuentra relación inmediata con los preceptos del Análisis de Impacto Regulatorio (AIR), pues por lo general en los países existen “sistemas híbridos”, es decir se cuenta con una combinación de regulación comando y control y a su vez regulación de fomento e incentivo, para atender determinada problemática.

En todo caso, si la empresa no se acoge o es renuente a participar de la regulación de fomento o incentivo, el Estado podría desplegar o hacer uso del comando y control y aplicar las medidas sancionadoras o correctivas que se encuentren establecidas.

Lo importante, es que el Estado tenga a su disposición un halo de distintas estrategias para poder regular a los administrados y poder utilizarlas según sea el contexto y criterios de oportunidad.

Además, los expertos informantes coinciden en que sería un error pensar que los plazos de adecuación que se han dado en otros países a los ingenios azucareros para que dejen de quemar caña (entre 10 a 30 años), se puedan establecer en el Perú sin mayor análisis o reflexión.

En todo caso, se debería establecer acciones, metas y objetivos que se quieren lograr con el establecimiento del plazo. Asimismo, cada cierto período

proceder a evaluar el avance de la meta. También, el plazo debe ser establecido con un criterio técnico o científico.

En relación a la hipótesis específica 2, los resultados cuantitativos y cualitativos, coinciden en que es necesario mayores incentivos económicos para disminuir la quema de caña de azúcar.

Cabe acotar, que existe un grupo de pobladores del distrito de La Huaca, Piura que trabajan como obreros en los ingenios azucareros ya sea de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.C. y para AGROAURORA S.A.C. De ahí, se explicaría que exista un porcentaje (9% de los encuestados) que se muestre en contra de que existan incentivos económicos a las empresas y estas tecnifiquen su producción, implicando esto que eventualmente se requiera menos mano de obra.

Sin perjuicio de lo antes expuesto, en alcance general, los expertos no creen que los incentivos económicos entendido como beneficios tributarios y mucho menos subsidios a las empresas cañeras sea la solución para disminuir la quema de caña.

Del razonamiento antes señalado, tampoco serviría la imposición de tributos medio ambientales a los que queman caña, pues esto podría convertirse en un suerte de Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) del azúcar, originando que el valor de este se incremente, generando a su vez, malestar en los consumidores, al ser el azúcar un producto de primera necesidad en la canasta familiar (difícilmente

reemplazable con otro) y además, las empresas seguirían quemando caña a costa del dinero de los consumidores.

Asimismo, los expertos no creen que el fomento de actividades como el cultivo de Stevia, maíz o cebada para producir etanol, pueda reemplazar el cultivo de caña de azúcar y por ende ya no exista quema de caña de azúcar, al menos por ahora no se ve que exista un mercado para este contexto.

Los expertos manifiestan que el incentivo económico que podría coadyuvar a la reducción de la quema, sería la relacionada al rol de un “Estado Broker” (de acuerdo a lo señalado principalmente por Cecilia Torre, Franco Santillán, Richard Alca y Paulo Delgado). Esto significa, que el Estado sea un aparato articulador, que se dedique a enlazar a las empresas cañeras con financiamiento de cooperación internacional de entidades como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) u otras, o financiamiento proveniente de programas nacionales como INNOVATE PERÚ del PRODUCE, para proyectos tecnológicos o de innovación que reduzcan la quema de la caña.

Resulta importante señalar, que en el Perú ya existen experiencias en marcha en las que el Estado funciona como un Broker. Por ejemplo, el PRODUCE impulsa con apoyo de cooperación internacional, el enlace entre empresas que generan residuos industriales (residuos con hidrocarburos, llantas usadas, etc.) con las empresas cementeras, a efectos de que estas últimas utilicen estos residuos en sus

hornos cementeros, en vez de carbón como combustible; ello en razón de que técnicamente es más amigable al medio ambiente utilizar residuos en los hornos cementeros que el carbón. El beneficio de la empresa cementera sería que le resulte más barato adquirir los residuos que el carbón. En esta experiencia, el diseño no implica otorgar beneficios tributarios o subsidios a los cementeros.

Por otra parte, se destaca el caso del ingenio azucarero AGROLMOS S.A.A., que no necesitó ningún tipo de incentivo tributario o subsidio del Estado para dejar de quemar caña parada, a pesar de que su EIA le permite quemar caña sin ningún tipo de restricción o control. No obstante, si bien en este ingenio la broza logra degradarse en el suelo, sería más eficiente y correspondiente a los preceptos de la economía circular, que este residuo vegetal se valore, considerando además, los problemas de plagas que tiene este ingenio para lograr que la broza se degrade.

En todo caso, se menciona que mediante Ley N° 30309, el Estado Peruano ya estableció un beneficio tributario para deducir hasta un 175% del Impuesto a la Renta a las empresas que inviertan en investigación y desarrollo tecnológico. De esta forma, los ingenios azucareros tienen ya el marco normativo para invertir en innovación tecnológica, no obstante, los costos para la transferencia de cosecha mediante quema a una mecanizada en verde, supera el beneficio tributario largamente, al punto de que -como mencionan los expertos informantes- necesitarían prácticamente construir una nueva planta de fabricación de azúcar.

En relación a la hipótesis específica 3, los resultados cuantitativos tienen similitud con los resultados de la investigación de Carrera & Loyola (2010) la cual concluyó que en el distrito de Laredo no existe una gestión ambiental que prevenga o mitigue la emisión de gases contaminantes al aire, especialmente los producidos por la quema de caña.

En ese sentido, se tendría que si existiese mayor certificación ambiental de la industria con normas de gestión ambiental como la ISO 14001, la quema de la caña de azúcar disminuiría.

Sin embargo, los resultados cualitativos, demuestran que la mayoría de expertos (a excepción de Welser Cabrera y Gerardo Muñoz) coinciden en afirmar que las certificaciones ISO 14001, por su diseño y requisitos, no garantizaría la disminución de la quema de caña de azúcar y a lo mucho podría coadyuvar en grado mínimo. El primer requisito para acceder a una certificación ISO es cumplir la normativa nacional. En el caso de las empresas cañeras, si en la normativa nacional, no existe norma que prohíba la quema de caña, la única obligación que debe cumplir la empresa es tramitar su EIA, lo que viene ocurriendo a la fecha.

Prueba de lo señalado en el párrafo precedente, es que por ejemplo, AGRO INDUSTRIAL LAREDO S.A.A., tienen varias certificaciones (entre ellas, la ISO 14001) y continúa quemando caña de azúcar en varias hectáreas de sus campos.



En este punto, cabe señalar que el experto Gatsby Ampuero afirma que el Estado debe promover la estrategia de educación ambiental basado en pruebas y experiencias. Es decir, venderles a las empresas un modelo de negocio amigable con el medio ambiente y que a su vez sea rentable, caso contrario, si sólo se propicia educación ambiental, a efectos de generar conciencia para adoptar una mejor gestión ambiental, sin vender una idea rentable es más complicado llegar y concientizar a las empresas.

Por otra parte, los expertos informantes creen que el tema social también es un reto por afrontar en este cambio a una cosecha sin quema de caña. Los pobladores aledaños a ingenios azucareros trabajan para estas, y si se reduce la quema por máquinas cosechadoras, se requerirá menos mano de obra cortadora.

En este punto, cobra relevancia la educación ambiental, pues a los pobladores se debe concientizar de los efectos de la quema y además, capacitarlos en otro tipo de actividades distintas a la industria azucarera para que diversifiquen su experiencia. Estas capacitaciones, pueden ser fomentadas por el Estado en coordinación con empresas cañeras u otras empresas.

## CONCLUSIONES

**Primera.** En relación a la hipótesis general se afirma la significancia obtenida fue menor que el nivel propuesto ( $p=0,000 < 0,05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La regulación se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018. Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 244$ ), interpretándose como: A mayor regulación ambiental, entonces menor quemado de caña de azúcar.

De acuerdo a los resultados cualitativos, los expertos informantes coinciden en señalar que el tipo de regulación que se requiere principalmente para la reducción de la quema de caña de azúcar es una de fomento, específicamente para la valorización de residuos vegetales (broza de caña).

**Segunda.** En relación a la hipótesis específica 1 se afirma que la significancia obtenida fue menor que el nivel propuesto ( $p=0,000 < 0,05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La regulación comando y control se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de La Huaca, Piura, periodo, 2015-2018. Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 244$ ),

interpretándose como: A mayor comando y control, entonces menor quemado de caña de azúcar.

Por su parte, los resultados cualitativos de la investigación, los expertos informantes denotan que una regulación comando y control, por sí sola, no lograría el desincentivo de la quema de caña de azúcar, esto debido a las complicaciones prácticamente insalvables que tendría la fiscalización ambiental para asegurar el cumplimiento de la normativa prohibitiva o restrictiva de quema de caña de azúcar. Sería un error asumir que la dación de una norma de prohibición de quema de caña en 20 o 30 años o menos tiempo, sería la solución.

**Tercera.** En relación a la hipótesis específica 2, se afirma que la significancia obtenida fue mayor que el nivel propuesto ( $p=0,008>0,05$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental no se relacionan significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.

Asimismo, los expertos informantes, señalan en los resultados cualitativos, que el Estado debería actuar como un aparato articulador entre empresas cañeras y financiamiento de cooperación internacional para la ejecución de proyectos que atiendan la necesidad de reducción de quema de caña parada, descartando o dejando en un segundo plano los incentivos económicos relacionados a beneficios tributarios y los subsidios estatales. Por tanto, con esta actividad de articulación, el

Estado enlazaría a las empresas cañeras con incentivos económicos para dejar de quemar caña o reducirla.

**Cuarta.** En relación a la hipótesis específica 3 se afirma que la significancia obtenida fue mayor que el nivel propuesto ( $p=0,209>0,05$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente se tiene que: La certificación de la industria no se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018. Teniendo un coeficiente inverso de ( $r= -, 069$ ), interpretándose como: A mayor certificación de la industria, entonces menor quemado de caña de azúcar.

Respecto a la hipótesis específica 3, en lo que respecta el resultado cualitativo, los expertos informantes señalan que la certificación de la industria cañera, mediante la ISO 140001, no es la solución al problema y a lo mucho coadyuvaría en un grado mínimo para la reducción de la quema de caña.

Asimismo, los expertos destacan que la educación ambiental es importante. Para las empresas, esta deba estar enfocada a venderles un modelo de negocio sostenible (rentable y amigable con el medio ambiente). En tanto, los expertos señalan que para los pobladores la educación ambiental, debe estar referida a generar conciencia de los impactos negativos de la quema de caña en aras de orientarlos a capacitarlos en otras actividades obreras, distintas a la de los ingenios azucareros.

## RECOMENDACIONES

**Primera.** En lo concerniente a la problemática de quema de caña de azúcar en el distrito de La Huaca y considerando el análisis de resultados cualitativos y cuantitativos de la presente investigación, se recomienda las siguientes acciones a ejecutar por la Municipalidad Distrital de La Huaca:

- Gestionar y articular con PROINVERSIÓN o un organismo de cooperación internacional y con otras entidades del sector público correspondiente, la implementación de un proyecto de planta de valorización de residuos (para generar energía eléctrica y/o biogás de preferencia) la cual remplace el botadero municipal actual, mediante una Asociación Público – Privada (APP) u obra pública, según corresponda.
- De esta manera, los residuos vegetales de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.C., serían derivados a esta planta y ya no habría necesidad de quemarlos, como actualmente se viene realizando. Respecto de la empresa AGROAURORA S.A.C., se entiende que viene quemando caña a efectos de eliminar preliminarmente la broza, pero con la presencia de una planta de valorización que requiera precisamente este residuo vegetal, la empresa tendría el

incentivo de ampliar las actuales hectáreas de cosecha mecanizada (y por ende, reducir la quema de la caña) a efectos de que se genere broza, pues esta la podría vender a la planta de valorización.

- Como se aprecia, la problemática de la broza, puede convertirse en una oportunidad para generar energía eléctrica, compostaje o biogás a gran escala. La broza pasaría de ser considerada por las empresas como un residuo sólido a un subproducto comercializable.
- Incluso, la existencia de una planta de valorización, generaría emprendimientos de negocios relacionados a esta actividad. Por ejemplo, empresas cuyo objeto sea realizar el traslado, adaptación y preparación de la broza y otros residuos para la planta de valorización.
- En adición a lo indicado, los pobladores del distrito de La Huaca podrían acceder a puestos de trabajos en esta Planta. De esta manera, se estaría gestando la transferencia laboral de una actividad contaminante (quemar y cortar caña de azúcar) hacia una actividad innovadora y beneficiosa del medio ambiente.

**Segunda.** Para fortalecer la eficacia de la fiscalización ambiental a las empresas cañeras, como las que se encuentran en el distrito de La Huaca, se recomienda que el OEFA efectúe delegaciones o transferencias de funciones a su oficina

desconcentrada en Piura, Gobiernos Regionales o a la propia Municipalidad de La Huaca, previo plan de transferencia. De esta manera, ya no se tendría que esperar que desde Lima lleguen los supervisores competentes del OEFA para efectuar atención a denuncias de supuesta quema ilícita de caña y estas serían atendidas con mayor prontitud por supervisores de la localidad. Esto coadyuvaría a incrementar la probabilidad de detección de actividades ilícitas y por ende, desincentive a las empresas a infringir las normas que pudiesen existir.

**Tercera.** Actualmente, el Estado peruano (a través del Poder Legislativo) propone un proyecto de ley para conformar una Comisión Multisectorial (MINAGRI, PRODUCE, OEFA, entre otras) la que a su vez se encargue de elaborar un Plan a nivel nacional para lograr la reducción progresiva de la quema de caña de azúcar. En este marco, se recomienda que el Plan a elaborar debe contar con evidencia que acredite el impacto de la quema de caña, en qué medida afecta o no a la salud de las personas aledañas a estas actividades para posteriormente evaluar las posibilidades de regulación para reducir la quema de caña y en el mejor de los casos, erradicarla. Se recomienda que la Comisión Multisectorial coordine las acciones del Plan con la novísima Asociación Peruana de Productores de Azúcar en el Perú.

**Cuarta.** De acuerdo a la información señalada por los expertos informantes, se recomienda que el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del MINAGRI, forme parte del Plan citado en la recomendación, a efectos de encontrar el tipo de caña ideal (modificación genética), que contenga menor follaje y por ende, genere la

menor cantidad de residuos vegetales durante cosecha mecanizada y además, genere el mismo producto para los ingenios azucareros. Este tipo de caña, sería la que el Estado promocióne (a través del MINAGRI) y establezca su cosecha a nivel nacional. en el marco de generación de evidencia para el Plan citado en la recomendación anterior,

**Quinta.** Se recomienda que la Comisión Multisectorial en el marco del Plan antes referido, elabore pruebas piloto en determinados distritos que cuenten con actividad cañera y a la vez, se examine como va la situación de ingenios azucareros que no son materia de la intervención. Así, se pueden obtener conclusiones interesantes que darían una idea de la eficacia y utilidad de la regulación que se pretende implementar.

**Sexta.** Resulta importante señalar, que no necesariamente la estrategia de implementación del Plan debe ser la misma en todas las localidades del Perú donde existan cultivos de caña. En efecto, atendiendo a la variedad dentro de las actividades cañeras (suelo, tipo de caña, poblaciones cercanas, etc.) se necesitará una estrategia flexible y que se adapte a estas circunstancias. Por ejemplo, en algunos distritos será muy complicado erradicar en su totalidad la quema de la caña, debido a la antigüedad del ingenio azucarero y su extensión territorial, al no ser el suelo apto para que pasen máquinas cosechadoras, debiendo el Estado evaluar otras alternativas para reducir la quema.



**Séptima.** En los casos en los que se determine que no se puede erradicar la quema en su totalidad en ciertos distritos, se recomienda que el Estado determine el nivel máximo permisible de quema en relación al cumplimiento del ECA aire vigente. Esto es, que a través de una normativa dictada por el Ministerio del Ambiente (MINAM) se obligue a realizar un modelo de dispersión atmosférica en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de los ingenios azucareros se determine el factor de emisión máximo mensual que deben emitir para no sobrepasar los valores de ECA aire, materializándose esto en el número de hectáreas máximas de quema en un mes o trimestralmente, por ejemplo. Asimismo, se menciona que el Estado peruano puede establecer a través del MINAM, un ECA aire más exigente al general, en lugares donde exista pruebas de afectación o riesgo a la salud de pobladores aledaños a los ingenios azucareros y con estos valores más exigentes, se realice el modelo de dispersión atmosférica antes referido. Lo señalado, guarda relación con el precepto económico referido a que el beneficio marginal es decreciente. Esto importa decir que contar con aire extremadamente limpio, es un beneficio que va decreciendo para cada habitante y cada vez se haría menos perceptible y además podría generar costos sociales excesivos para lograr ello o se privaría a la sociedad del desarrollo de las actividades cañeras que de igual forma, traen beneficios (ofrecimiento de productos, puestos de trabajo, etc.).

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilar, A., Pérez, A., & Aguilar, D. (2016). *Nuevos paradigmas en la cosecha de la caña para el uso sustentable de toda la biomasa en las bioeléctricas. Parte I. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 3-8 Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223152661001.pdf>.
- Alva, M. (2018). *Las externalidades negativas y el impuesto selectivo al consumo*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/blogdemarioalva/2018/05/01/las-externalidades-negativas-y-el-impuesto-selectivo-al-consumo/>.
- Alonso , E. (1993). *El Derecho Ambiental de la Comunidad Europea*. Madrid-España: Editorial Civitas .
- Andia, W. (2017). *Manual de investigacion universitaria*. Lima: Ediciones arte y pluma.
- Avolio, B. (2016). *Metodos cualitativos de investigacion:una aplicacion al estudio de caso*. Mexico: Cengage Learning.
- Ayres, I. & Braithwaite, J. (1992), *Responsive regulation: transcending the deregulation debate*. Oxford: University Press US.
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación*. Bogota: Pearson.
- Borrero, J. (1994). *Los Derechos Ambientales, una Visión Desde el Sur. Publicación de la Fundación para la Investigación y Protección del Medio Ambiente*. Cali, Colombia: El Centro de Asistencia Legal Ambiental, CELA.
- Carrera, J., & Loyola, E. (2010). *Impacto Ambiental Generado por la Quema de la Caña de Azúcar en Laredo – Trujillo*. (Tesis para optar el título profesional de

Ingeniero Geógrafo), Trujillo, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Chaves , S. (2006). Obtenido de *Motivos y razones para quemar las plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica: XVI Congreso de Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica ATACA y de Costa Rica ATACORI, Heredia*: [http://ijj.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/t10-la\\_quema\\_de\\_la\\_cana\\_de\\_azucar\\_en\\_guanacaste\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://ijj.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/t10-la_quema_de_la_cana_de_azucar_en_guanacaste_impacto_ambiental.pdf)

Chaves, M., & Bermúdez, A. (s.f.). Obtenido de *Regulaciones internacionales sobre quema de la caña de azúcar*.

Comisión para la Cooperación Ambiental - CCA. (2014). Obtenido de *La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá*: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11405-la-quema-de-residuos-agr-colas-es-una-fuente-de-dioxinas-es.pdf>

Congreso de la República. (2018). Proyecto de Ley N° 2321/2017-CR, Lima.

Contreras, A. (2010). *Impactos Ambientales de la Producción de Agro Combustibles Derivados de la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum) en los departamentos de Suchitepéquez y Escuintla*. (Tesis para optar el grado de magister en gestión ambiental local), Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala .

Cortes, J. (2012). *Seguridad e higiene del trabajo* (10 ed.). Editorial Tebar.

Costa, F., & Lima, F. (2016). *Environmental Regulation, Structural Transformation and Skilled Migration: Evidence from the Brazilian Sugarcane Industry*. JEL Code, 1-20 Obtenido de <http://jobsanddevelopmentconference.org/wp->

content/uploads/2016/10/LIMA\_Environmental-Regulation-Structural-Transformation-and-Skilled-Migration-Evidence-from-the-Brazilian-Sugarcane.pdf.

Da Silva, A., Tavares, M., Saran, L., & Alves, R. (2018). Obtenido de *An Exploratory Analysis of the Effect of Regulatory Policies for Pre-Harvesting Sugarcane Straw Burning on Hospital Admissions for Respiratory Diseases in the State of Sao Paulo, Brazil*.  
<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/isesisee.2018.P03.1770>

Dávalos , E. (2007). *La caña de azúcar: ¿una amarga externalidad? Desarrollo y sociedad*, 117-164. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/dys/n59/n59a5.pdf>.

De Lucas, A.; Lobato, J. & J. Villaseñor (2004). *Termotecnia básica para ingenieros químicos: bases de Termodinámica aplicada*. Universidad de Castilla-La Mancha, 101. Obtenido de [https://books.google.es/books?id=l59w-la\\_3UIC&pg=PA101&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=l59w-la_3UIC&pg=PA101&hl=es#v=onepage&q&f=false)

De Oliveira, R., Nunes, L., Lal, R., Barretto, E., Goncalves , B., & La Escala, N. (2018). Obtenido de *Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review*.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-018-0490-x>

Do Vale, D., De Mello, R., Da Silva, R., & Cruz, F. (2017). Obtenido de *Nitrogen fertilizer effect in production, nutrient accumulation and nitrogen efficiency use of second ratoon sugarcane harvested without straw burning*.  
<https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=957826331287706;res=1>  
ELHSS

- El Comercio. (30 de 06 de 2016). *Unas 12 mil personas sufren por la quema de caña en Paita* . Obtenido de <http://elcomercio.pe/peru/piura/12-mil-personas-sufren-quema-cana-paita-229712>
- Field, B., & Field, M. (2003). *Economía ambiental* (3 ed.). España: Editorial Mc Graw Hill.
- Froy, P. (2012). *Gestión ambiental y empresa*. Editorial Rodhas.
- Gamarra, G., Wong , F., Rivera , T., & Pujay , O. (2015). *Estadística e investigación con aplicación de SPSS*. Lima: San Marcos.
- Granja, H. (2010). *Nuevos riesgos ambientales y derecho administrativo*. (Tesis maestría de derecho administrativo), Bogotá, Colombia: Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario .
- Guevara, J. (2017). *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos*. (Tesis de grado) , Lima, Perú : Universidad Peruana Unión.
- Gunningham, N., Grabosky, P., & Darren, S. (1998). *Smart Regulation: Designing Environmental Policy*, Oxford: Clarendon Press.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* . México: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mexico: Mc Graw Hill education.
- Hernandez, R., Mendez, S., Mendoza, C., & Cuevas , A. (2017). *Fundamentos de investigación*. Mexico: Mc Graw Hill education.

- INEI. (2015). *Perú Síntesis Estadística 2015*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1292/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1292/libro.pdf)
- Kolstad, C. (2001). *Economía ambiental*. Mexico: Oxford University Press Mexico S.A.
- Larios, G. (2010). *La quema de la caña de azúcar en Guanacaste, impacto ambiental. Deber del estado de disminuir sus efectos*. (Tesis para optar al grado de Licenciada en derecho), San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- López, J. y otros (2017). Diagnóstico Operativo Empresarial – Agrícola del Chira S.A. (Tesis para obtener el grado de Magíster en Administración Estratégica de Empresas otorgado por la Pontificia Universidad Católica del Perú), Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Martinez, C. (2012). *Estadística y muestreo*. Bogota: Ecoe ediciones.
- Ministerio de Agricultura – MINAGRI. (2016). Resolución de Dirección General N° 159-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA e Informe N° 376-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, que aprobó el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. Lima.
- Ministerio del Ambiente– MINAM. (2013). Oficio Múltiple N° 038-2013-MINAM/VMGA.DGPNIGA. Lima.

- Ministerio de la Producción – PRODUCE. (2009). Oficio N° 2657-2009-PRODUCE/DVMYPE-I/DGI-DAAI que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. Lima.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE. (2017). Resolución Directoral N° 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM e Informe Técnico Legal N° 085-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para AGROAURORA S.A.C. Lima.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos – MINJUS. (2012). *Guía Práctica sobre la Actividad Administrativa de Fiscalización*. Lima.
- Morcillo, P. (1991). *Aspectos Legales e Institucionales del Ambiente y Los Recursos Naturales de Colombia*. Bogotá-Colombia: Edición príncipe .
- Mugica, V., De La Rosa, S., Figueroa, J., Flores , J., Torres, M., & Magaña, M. (2015). Obtenido de *Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715300255>
- OCDE/FAO. (2016). Obtenido de *Perspectivas Agrícolas 2016-2025*: <http://www.fao.org/3/a-i5778s.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN. (2016). *“Guía de Política Regulatoria N°1: Guía Metodológica para la realización de Análisis de Impacto Regulatorio en Osinergmin”*, Lima: Impreso Grafica S.A.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN. (2017). *“La Industria de la Energía Renovable en el Perú. 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático”*, Lima: Gráfica Biblios S.A.

- Ramírez , Y. (1996). *El Derecho Ambiental en Colombia* (2 ed.). Bogotá-Colombia: Ediciones Jurídicas Gustavo Ibañez.
- Rangel, M., Henriquez, J., Costa, J., & De Lira, J. (2018). *An assessment of dispersing pollutants from the pre-harvest burning of sugarcane in rural areas in the northeast of Brazil*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231018300785>
- Rein, P. (2012). *Ingeniería de la Caña de Azúcar*. Berlín: ElbeDruckereiWittenberg.
- Rodríguez, M. (2003). Obtenido de *Instrumentos de gestión ambiental*: <http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/gestion/capitulo11.pdf>
- Rojas, M. (2012). *Efecto de la quema de la caña de azúcar en las propiedades del suelo en Tancanhuitz San Luis Potosí*. (Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniera Agroecóloga), México: Universidad Autónoma San Luis de Potosí.
- Sanchez, S. (2011). *La cuarta vía*. Lima: San Marcos.
- Torres , B. (2016). *Correlación entre enfermedades respiratorias y concentraciones de pm10 en el distrito la Victoria, en los años 2012-2015*. (Tesis de grado) , Lambayeque , Perú : Universidad de Lambayeque.
- Uribe, F. (2015). *Clima y ambiente organizacional*. Editorial el Manual moderno.
- Valderrama, S. (2016). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta*. Lima: San Marcos.
- Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: Universidad de San Martín de Porres.



Velásquez , A. (2017). *La educación ambiental, una reflexión en torno a la relación entre comunidad educativa y medio ambiente, desde los imaginarios colectivos y espacios de la institución educativa playa rica, en el municipio el Tambo-Cauca.* (Tesis presentado como requisito para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente), Manizales , Colombia: Universidad de Manizales .

Villalobos, M. (2017). *Influencia de la quema de biomasa de caña de azúcar en la concentración de PM2.5 en el aire de la zona urbana de Laredo.* (Tesis para optar el título de ingeniero ambiental), Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

### REGULACIÓN AMBIENTAL Y LA QUEMA DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL DISTRITO DE LA HUACA, PIURA, PERÍODO 2015-2018.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES																																								
<p><b>Problema General</b> ¿Qué relación existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Qué relación existe entre la regulación comando y control y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?</p> <p>¿Qué relación existe entre los incentivos económicos producto de la regulación ambiental y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?</p> <p>¿Qué relación existe entre la certificación de la industria y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar qué relación existe entre la regulación ambiental y la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Determinar qué relación existe entre la regulación comando y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p>Determinar qué relación existe entre los incentivos económicos producto de la regulación ambiental y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p>Determinar qué relación existe entre la certificación de la industria y el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La regulación ambiental se relaciona significativamente con la quema de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p><b>Hipótesis específicos</b> La regulación comando y control se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p>Los incentivos económicos producto de la regulación ambiental se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p> <p>La certificación de la industria se relaciona significativamente con el quemado de caña de azúcar del distrito de la Huaca, Piura, periodo, 2015-2018.</p>	<p><b>Variable 1. Regulación ambiental</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Dimensiones</th> <th style="width: 40%;">Indicadores</th> <th style="width: 15%;">Ítems</th> <th style="width: 25%;">Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Comando y control</td> <td>Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.</td> <td>1, 2</td> <td rowspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Ordinal</td> </tr> <tr> <td>Estándares de emisión</td> <td>3, 4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Incentivos económicos</td> <td>Impuestos</td> <td>5, 6</td> </tr> <tr> <td>Inversión en Innovación</td> <td>7, 8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Certificación de la industria</td> <td>Actualidad empresas azucareras industriales en La Huaca.</td> <td>9, 10</td> </tr> <tr> <td>Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001</td> <td>11, 12</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Variable 2. Quemado de caña de azúcar</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Dimensiones</th> <th style="width: 40%;">Indicadores</th> <th style="width: 15%;">Ítems</th> <th style="width: 25%;">Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Salud de las personas</td> <td>Deterioro de la salud.</td> <td>1, 2</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Ordinal</td> </tr> <tr> <td>Relación PM10 y la salud de la persona.</td> <td>3, 4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Contaminación medio ambiente</td> <td>Impacto a la calidad del aire y suelo</td> <td>5, 6</td> </tr> <tr> <td>Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire</td> <td>7, 8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Educación ambiental</td> <td>Relación comunidad y medio ambiente.</td> <td>9, 10</td> </tr> <tr> <td>Conciencia ambiental.</td> <td>11, 12</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala	Comando y control	Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.	1, 2	Ordinal	Estándares de emisión	3, 4	Incentivos económicos	Impuestos	5, 6	Inversión en Innovación	7, 8	Certificación de la industria	Actualidad empresas azucareras industriales en La Huaca.	9, 10	Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001	11, 12	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala	Salud de las personas	Deterioro de la salud.	1, 2	Ordinal	Relación PM10 y la salud de la persona.	3, 4	Contaminación medio ambiente	Impacto a la calidad del aire y suelo	5, 6	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire	7, 8	Educación ambiental	Relación comunidad y medio ambiente.	9, 10	Conciencia ambiental.	11, 12
Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala																																								
Comando y control	Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.	1, 2	Ordinal																																								
	Estándares de emisión	3, 4																																									
Incentivos económicos	Impuestos	5, 6																																									
	Inversión en Innovación	7, 8																																									
Certificación de la industria	Actualidad empresas azucareras industriales en La Huaca.	9, 10																																									
	Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001	11, 12																																									
Dimensiones	Indicadores	Ítems		Escala																																							
Salud de las personas	Deterioro de la salud.	1, 2		Ordinal																																							
	Relación PM10 y la salud de la persona.	3, 4																																									
Contaminación medio ambiente	Impacto a la calidad del aire y suelo	5, 6																																									
	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire	7, 8																																									
Educación ambiental	Relación comunidad y medio ambiente.	9, 10																																									
	Conciencia ambiental.	11, 12																																									
<p><b>METODOLOGIA</b>                      Tipo de investigación. Correlacional                      Diseño. No experimental                      Alcance: La Huaca</p>																																											

## Anexo 2: Instrumento de medición de la variable 1. Regulación ambiental

Lea con atención y conteste a las preguntas marcando con una “X” en un solo recuadro, teniendo en cuenta la siguiente escala de calificaciones:

Codificación				
1	2	3	4	5
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

### Instrumento de la Variable 1. Regulación ambiental

N°	Ítems	Codificación				
		1	2	3	4	5
	<b>Dimensión. Comando y control</b>					
	<b>Indicador. Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.</b>					
1	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental prohibiendo el quemado de caña de azúcar para los ingenios azucareros que vienen operando y los que pretendan instalarse.					
2	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental estableciendo un plazo de adecuación de quema de caña parada por un tiempo determinado (10, 20 o 30 años) hasta que el ingenio azucarero llegue a utilizar máquinas cosechadoras para todos sus campos, en lugar de quemar caña.					
	<b>Indicador. Estándares de medición</b>					
3	En el supuesto caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a sembrar determinado número de hectáreas aplicando el método de quema de caña parada para su cosecha ¿Usted estaría de acuerdo?					
4	En el supuesto caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a emitir determinada cantidad de emisiones atmosféricas (humo de la quema de caña) en un período determinado ¿Usted estaría de acuerdo?					
	<b>Dimensión. Incentivos económicos</b>					
	<b>Indicador. Impuestos</b>					
5	Usted está de acuerdo a que las emisiones atmosféricas (humo de la quema) y el impacto de la quema de caña al suelo, debe ser sujeta al pago de tasas retributivas o alguna forma de impuesto a favor del Gobierno Peruano por las consecuencias nocivas de dichas actividades. De esta manera, con la imposición de impuesto a la fabricación de azúcar con quema de caña parada, se buscaría desincentivar esta práctica.					

6	Usted está de acuerdo en que el Gobierno Peruano otorgue beneficios tributarios (bajar impuestos) a empresas que producen Stevia (endulzante alternativo al azúcar) o que producen etanol (combustible limpio) a base de cebada o maíz antes que con caña de azúcar, con el fin de incentivar estas actividades que ofrecen el mismo o similar producto que la caña, sin contemplar quemado en su proceso de elaboración.					
<b>Indicador. Inversión en innovación</b>						
7	Cree usted que el Gobierno Peruano debe regular la normativa ambiental con la obligatoriedad que empresas cañeras deben contar con máquinas cosechadoras especiales y con buena tecnología, a efectos de que se deje de quemar caña parada.					
8	Cree usted que el Gobierno Peruano debe promulgar un marco normativo que incentive las actividades de producción de etanol a base de cebada o maíz y de Stevia (endulzante alternativo al azúcar) antes que los tradicionales ingenios azucareros.					
<b>Dimensión. Certificación de la industria</b>						
<b>Indicador. Actualidad empresas industriales en Piura.</b>						
9	Las empresas industriales relacionadas a la producción de azúcar y etanol operan sin ningún estándar de calidad y control ambiental y no tienen buenas relaciones con los centros poblados que están a su alrededor.					
10	Los estudios ambientales aprobados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) para los ingenios azucareros no son adecuados para controlar el impacto generados por la quema de caña de azúcar.					
<b>Indicador. Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001</b>						
11	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer el cumplimiento obligatorio para las empresas cañeras en Piura las normas de calidad ambiental (ISO 14001) que establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población del distrito de la Huaca, Piura.					
12	Usted cree que las empresas industriales en Piura necesitan asesoría por parte del Gobierno Peruano sobre las bondades y correcta aplicación de la certificación ISO 14001, a efectos de mejorar su gestión ambiental.					

### Anexo 3: Instrumento de medición de la variable 2. Quemado de caña de azúcar

Lea con atención y conteste a las preguntas marcando con una “X” en un solo recuadro, teniendo en cuenta la siguiente escala de calificaciones:

Codificación				
1	2	3	4	5
<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Indiferente</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>

#### Instrumento de la Variable 2. Quemado de caña de azúcar

N°	Ítems	codificación				
		1	2	3	4	5
	<b>Dimensión. Salud de la personas</b>					
	<b>Indicador. Enfermedades respiratorias.</b>					
01	Usted cree que el asma bronquial es la principal enfermedad respiratoria ocasionada por la quema de caña de azúcar.					
02	En el distrito de la Huaca, Piura es costumbre en los días de quemado de caña de azúcar respirar humo, cenizas e ir con frecuencia al médico por el aumento de IRAS.					
	<b>Indicador. Relación PM10 y la salud de la persona.</b>					
03	Usted cree que existe relación entre el aumento de PM10 (polvo, cenizas) en el distrito de La Huaca y el número de consultas médicas por infecciones respiratorias agudas (IRA).					
04	Usted, como habitante del distrito de la Huaca, tiene conocimiento del PM10 (polvo, cenizas) y sus efectos nocivos para la salud.					
	<b>Dimensión. Contaminación medio ambiente</b>					
	<b>Indicador. Contaminación del aire y suelo</b>					
05	Usted cree que la quema de caña de azúcar sea altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes a la atmósfera, así como gran generadora de calor, incrementando la temperatura ambiente.					
06	Usted cree que la quema de caña de azúcar es altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes que perjudica el suelo generando la desertificación.					
	<b>Indicador. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire</b>					
07	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer en una norma especial los límites máximos de contaminantes en el aire (máximo permisible de polvo en el aire, por ejemplo) en centros poblados y distritos como La Huaca.					
08	Usted cree que autoridades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), PRODUCE o el MINAGRI,					

	deben ejecutar monitoreos ambientales permanentes (de manera trimestral) de la calidad de aire, en el distrito de La Huaca, a efectos de verificar el cumplimiento del ECA aire.					
	<b>Dimensión. Educación ambiental</b>					
	<b>Indicador. Relación comunidad y medio ambiente.</b>					
09	Usted cree que la comunidad del distrito de La Huaca esté dispuesta a recibir charlas de educación ambiental para así proteger el medio ambiente por el bienestar de sus familias y de la comunidad.					
10	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer campañas de educación ambiental en los colegios del distrito de la Huaca, Piura.					
	<b>Indicador. Conciencia ambiental.</b>					
11	Usted cree que las empresas industriales cañeras en Piura, tienen claro que debe regular el quemado de caña de azúcar porque perjudica la salud y el medio ambiente; sin embargo, no lo hacen pues tendrían que invertir más y disminuirían sus ganancias.					
12	Usted cree que se deba fomentar la relación empresas industriales y comunidad, sobre cultivo de Stevia, maíz y cebada para producir endulzante y etanol respectivamente, para así beneficiarse tanto empresas y pobladores, y proteger el medio ambiente y la salud.					

## Anexo 4: Validez de contenido del instrumento que mide la variable 1



### Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable 1. Regulación ambiental

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Dimensión. Comando y control</b>								
01	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental prohibiendo el quemado de caña de azúcar para los ingenios azucareros que vienen operando y los que pretendan instalarse.	X		X		X		Debería darse un periodo de adecuación, el cual sería debidamente sustentado.
02	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental estableciendo un plazo de adecuación de quema de caña parada por un tiempo determinado (10, 20 o 30 años) hasta que el ingenio azucarero llegue a utilizar máquinas cosechadoras para todos sus campos, en lugar de quemar caña.	X		X		X		-
03	En el supuesto caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a sembrar determinado número de hectáreas aplicando el método de quema de caña parada para su cosecha ¿Usted estaría de acuerdo?					X		Más que limitar un número de hectáreas, debe ser un porcentaje (%) de los campos utilizados.
04	En el supuesto caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a emitir determinada cantidad de emisiones atmosféricas (humo de la quema de caña) en un período determinado ¿Usted estaría de acuerdo?	X		X		X		El término "humo" es muy genérico, debiéndose indicar material particulado o el que corresponde.
<b>Dimensión. Incentivos económicos</b>								
05	Usted está de acuerdo a que las emisiones atmosféricas (humo de la quema) y el impacto de la quema de caña al suelo, debe ser sujeta al pago de tasas retributivas o alguna forma de impuesto a favor del Gobierno Peruano por las consecuencias nocivas de dichas actividades. De esta manera, con la imposición de impuesto a la fabricación de azúcar con quema de caña parada, se buscaría desincentivar esta práctica.	X			X	X		Crear impuestos a actividades en curso, no ayu debería a la estabilidad jurídica.
06	Usted está de acuerdo en que el Gobierno Peruano otorgue beneficios tributarios (bajar impuestos) a empresas que producen Stevia (endulzante alternativo al azúcar) o que producen etanol (combustible limpio) a base de cebada o maíz antes que con caña de azúcar, con el fin de incentivar estas actividades que ofrecen el mismo o similar producto que la caña, sin contemplar quemado en su proceso de elaboración.	X		X		X		Faltaría incluir un periodo por el cual se otorgarían estos beneficios.
07	Cree usted que el Gobierno Peruano debe regular la normativa ambiental con la obligatoriedad que empresas cañeras deben contar con máquinas cosechadoras especiales y con buena tecnología, a efectos de que se deje de quemar caña parada.	X		X		X		Se debe fomentar la importación de tecnología apropiada para contar con máquinas cosechadoras.



08	Cree usted que el Gobierno Peruano debe promulgar un marco normativo que incentive las actividades de producción de etanol a base de cebada o maíz y de Stevia (endulzante alternativo al azúcar) antes que los tradicionales ingenios azucareros.	X		X		X		Tiene mucha relación con el ítem 06.
<b>Dimensión. Certificación de la industria</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
09	Las empresas industriales relacionadas a la producción de azúcar y etanol operan sin ningún estándar de calidad y control ambiental y no tienen buenas relaciones con los centros poblados que están a su alrededor.		X		X	X		Se cuenta con los ECA de calidad de aire.
10	Los estudios ambientales aprobados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) para los ingenios azucareros no son adecuados para controlar el impacto generados por la quema de caña de azúcar.	X		X		X		Especialmente las mas antiguas, al haber sido menos rigurosas en su evaluación
11	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer el cumplimiento obligatorio para las empresas cañeras en Piura las normas de calidad ambiental (ISO 14001) que establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población del distrito de la Huaca, Piura.		X	X		X		Los ISO son de cumplimiento voluntario.
12	Usted cree que las empresas industriales en Piura necesitan asesoría por parte del Gobierno Peruano sobre las bondades y correcta aplicación de la certificación ISO 14001, a efectos de mejorar su gestión ambiental.	X		X		X		-

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ]    Aplicable después de corregir     No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Ordaza Pando, Ronald Enrique

Especialidad del validador: Ing. Mecánico

.....de.....del 20.....

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable independiente. Regulación ambiental**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión. Comando y control</b>							
	<b>Indicador. Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.</b>							
01	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental prohibiendo el quemado de caña de azúcar para los ingenios azucareros que vienen operando y los que pretendan instalarse.	X		X		X		
02	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental estableciendo un plazo de adecuación de quema de caña parada por un tiempo determinado (10, 20 o 30 años) hasta que el ingenio azucarero llegue a utilizar máquinas cosechadoras, en lugar de quemar caña.	X		X		X		
	<b>Indicador. Estándares de medición</b>							
03	En el hipotético caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a sembrar determinado número de hectáreas aplicando el método de quema de caña parada para su cosecha ¿Usted estaría de acuerdo?	X		X		X		
04	En el hipotético caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a emitir determinada cantidad de emisiones atmosféricas (humo de la quema de caña) en un periodo determinado ¿Usted estaría de acuerdo?	X		X		X		
	<b>Dimensión. Incentivos económicos</b>							
	<b>Indicador. Impuestos</b>							
05	Usted está de acuerdo a que las emisiones atmosféricas (humo de la quema) y el impacto de la quema de caña al suelo, debe ser sujeta al pago de tasas retributivas o alguna forma de impuesto a favor del Gobierno Peruano por las consecuencias nocivas de dichas actividades. De esta manera, con la imposición de impuesto a la fabricación de azúcar con quema de caña parada, se buscaría desincentivar esta práctica.	X		X		X		
06	Usted está de acuerdo en que el Gobierno Peruano otorgue beneficios tributarios (bajar impuestos) a empresas que producen Stevia (endulzante alternativo al azúcar) o que producen etanol (combustible limpio) a base de cebada o maíz antes que con caña de azúcar, con el fin de incentivar estas actividades que ofrecen el mismo o similar producto que la caña, sin contemplar quemado en su proceso de elaboración.	X		X		X		
	<b>Indicador. Inversión en innovación</b>							
07	Cree usted que el Gobierno Peruano debe regular la normativa ambiental con la obligatoriedad que empresas cañeras deben contar con máquinas cosechadoras especiales y con buena tecnología, a efectos de que se deje de quemar caña parada.	X		X		X		
08	Cree usted que el Gobierno Peruano debe promulgar un marco normativo que incentive las actividades de producción de etanol a base de cebada o maíz y	X		X		X		

	de Stevia (endulzante alternativo al azúcar) antes que los tradicionales ingenios azucareros.						
	<b>Dimensión. Certificación de la industria</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
	<b>Indicador. Actualidad empresas industriales en Piura.</b>						
09	Las empresas industriales relacionadas a la producción de azúcar y etanol operan sin ningún estándar de calidad y control ambiental y no tienen buenas relaciones con los centros poblados que están a su alrededor.	X		X		X	
10	Los estudios ambientales aprobados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) para los ingenios azucareros no son adecuados para controlar el impacto generados por la quema de caña de azúcar.	X		X		X	
	<b>Indicador. Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001</b>						
11	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer el cumplimiento obligatorio para las empresas cañeras en Piura las normas de calidad ambiental (ISO 14001) que establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población del distrito de la Huaca, Piura.	X		X		X	
12	Usted cree que las empresas industriales en Piura necesitan asesoría por parte del Gobierno Peruano sobre las bondades y correcta aplicación de la certificación ISO 14001, a efectos de mejorar su gestión ambiental.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [X]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Sánchez Satorra Segundo

Especialidad del validador: Estadístico

08 de 07 del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

  
Firma del Experto Informante.

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable independiente. Regulación ambiental**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión. Comando y control</b>							
	<b>Indicador. Promulgación de normas y sanciones sobre regulación ambiental.</b>							
01	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental prohibiendo el quemado de caña de azúcar para los ingenios azucareros que vienen operando y los que pretendan instalarse.	X		X		X		
02	Usted cree que es necesario que el Gobierno Peruano emita una ley sobre regulación ambiental estableciendo un plazo de adecuación de quema de caña parada por un tiempo determinado (10, 20 o 30 años) hasta que el ingenio azucarero llegue a utilizar máquinas cosechadoras, en lugar de quemar caña.	X		X		X		
	<b>Indicador. Estándares de medición</b>							
03	En el hipotético caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a sembrar determinado número de hectáreas aplicando el método de quema de caña parada para su cosecha ¿Usted estaría de acuerdo?	X		X		X		
04	En el hipotético caso que el Gobierno Peruano promulgue una ley por la que la empresa cañera se encuentra limitada a emitir determinada cantidad de emisiones atmosféricas (humo de la quema de caña) en un periodo determinado ¿Usted estaría de acuerdo?	X		X		X		
	<b>Dimensión. Incentivos económicos</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Indicador. Impuestos</b>							
05	Usted está de acuerdo a que las emisiones atmosféricas (humo de la quema) y el impacto de la quema de caña al suelo, debe ser sujeta al pago de tasas retributivas o alguna forma de impuesto a favor del Gobierno Peruano por las consecuencias nocivas de dichas actividades. De esta manera, con la imposición de impuesto a la fabricación de azúcar con quema de caña parada, se buscaría desincentivar esta práctica.	X		X		X		
06	Usted está de acuerdo en que el Gobierno Peruano otorgue beneficios tributarios (bajar impuestos) a empresas que producen Stevia (endulzante alternativo al azúcar) o que producen etanol (combustible limpio) a base de cebada o maíz antes que con caña de azúcar, con el fin de incentivar estas actividades que ofrecen el mismo o similar producto que la caña, sin contemplar quemado en su proceso de elaboración.	X		X		X		
	<b>Indicador. Inversión en innovación</b>							
07	Cree usted que el Gobierno Peruano debe regular la normativa ambiental con la obligatoriedad que empresas cañeras deben contar con máquinas cosechadoras especiales y con buena tecnología, a efectos de que se deje de quemar caña parada.	X		X		X		
08	Cree usted que el Gobierno Peruano debe promulgar un marco normativo que incentive las actividades de producción de etanol a base de cebada o maíz y	X		X		X		

	de Stevia (endulzante alternativo al azúcar) antes que los tradicionales ingenios azucareros.						
	<b>Dimensión. Certificación de la industria</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
	<b>Indicador. Actualidad empresas industriales en Piura.</b>						
09	Las empresas industriales relacionadas a la producción de azúcar y etanol operan sin ningún estándar de calidad y control ambiental y no tienen buenas relaciones con los centros poblados que están a su alrededor.	X		X		X	
10	Los estudios ambientales aprobados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) para los ingenios azucareros no son adecuados para controlar el impacto generados por la quema de caña de azúcar.	X		X		X	
	<b>Indicador. Conocimiento y aplicación de certificación ISO 14001</b>						
11	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer el cumplimiento obligatorio para las empresas cañeras en Piura las normas de calidad ambiental (ISO 14001) que establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población del distrito de la Huaca, Piura.	X		X		X	
12	Usted cree que las empresas industriales en Piura necesitan asesoría por parte del Gobierno Peruano sobre las bondades y correcta aplicación de la certificación ISO 14001, a efectos de mejorar su gestión ambiental.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Sánchez Cernago Mario Rodolfo

Especialidad del validador: Petología

..10...de...08...del 2018.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

## Anexo 5: Validez de contenido del instrumento que mide la variable 2



### Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable 2. Quemado de caña de azúcar

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Dimensión. Salud de la personas</b>								
01	Usted cree que el asma bronquial es la principal enfermedad respiratoria ocasionada por la quema de caña de azúcar.	X		X		X		
02	En el distrito de la Huaca, Piura es costumbre en los días de quemado de caña de azúcar respirar humo, cenizas e ir con frecuencia al médico por el aumento de IRAS.		X		X	X		No se puede afirmar categóricamente esto.
03	Usted cree que existe relación entre el aumento de PM10 (polvo, cenizas) en el distrito de La Huaca y el número de consultas médicas por infecciones respiratorias agudas (IRA).	X		X		X		Tiene relación con los ítem 02 y 03.
04	Usted, como habitante del distrito de la Huaca, tiene conocimiento del PM10 (polvo, cenizas) y sus efectos nocivos para la salud.	X		X		X		-
<b>Dimensión. Contaminación medio ambiente</b>								
05	Usted cree que la quema de caña de azúcar sea altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes a la atmósfera, así como gran generadora de calor, incrementando la temperatura ambiente.	Si	No	Si	No	Si	No	Esta pregunta puede estar sesgada y puede llevar a una respuesta dirigida
06	Usted cree que la quema de caña de azúcar es altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes que perjudica el suelo generando la desertificación.		X		X			Similar al anterior; los pobladores no están capacitados lo suficientemente.
07	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer en una norma especial los límites máximos de contaminantes en el aire (máximo permisible de polvo en el aire, por ejemplo) en centros poblados y distritos como La Huaca.	X		X		X		-
08	Usted cree que autoridades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), PRODUCE o el MINAGRI, deben ejecutar monitoreos ambientales permanentes (de manera trimestral) de la calidad de aire, en el distrito de La Huaca, a efectos de verificar el cumplimiento del ECA aire.	X		X		X		-
<b>Dimensión. Educación ambiental</b>								
09	Usted cree que la comunidad del distrito de La Huaca esté dispuesta a recibir charlas de educación ambiental para así proteger el medio ambiente por el bienestar de sus familias y de la comunidad.	X		X		X		-
10	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer campañas de educación ambiental en los colegios del distrito de la Huaca, Piura.	X		X		X		-
11	Usted cree que las empresas industriales cañeras en Piura, tienen claro que debe regular el quemado de caña de azúcar porque	X		X		X		-

	perjudica la salud y el medio ambiente; sin embargo, no lo hacen pues tendrían que invertir más y disminuirían sus ganancias.						
12	Usted cree que se deba fomentar la relación empresas industriales y comunidad, sobre cultivo de Stevia, maíz y cebada para producir endulzante y etanol respectivamente, para así beneficiarse tanto empresas y pobladores, y proteger el medio ambiente y la salud.	X	X	X			-

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ]    Aplicable después de corregir [X]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Ordóñez Rando Brald Enrique

Especialidad del validador: Ing. Mecánico

12 de diciembre del 2018.

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

20-77

Firma del Experto Informante.

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable dependiente. Quemado de caña de azúcar**

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión. Salud de la personas</b>							
	<b>Indicador. Enfermedades respiratorias.</b>							
01	Usted cree que el asma bronquial es la principal enfermedad respiratoria ocasionada por la quema de caña de azúcar.	X		X		X		
02	En el distrito de la Huaca, Piura es costumbre en los días de quemado de caña de azúcar respirar humo, cenizas e ir con frecuencia al médico por el aumento de IRAS.	X		X		X		
	<b>Indicador. Relación PM10 y la salud de la persona.</b>							
03	Usted cree que existe relación entre el aumento de PM10 (polvo, cenizas) en el distrito de La Huaca y el número de consultas médicas por infecciones respiratorias agudas (IRA).	X		X		X		
04	Usted, como habitante del distrito de la Huaca, tiene conocimiento del PM10 (polvo, cenizas) y sus efectos nocivos para la salud.	X		X		X		
	<b>Dimensión. Contaminación medio ambiente</b>							
	<b>Indicador. Contaminación del aire y suelo</b>							
05	Usted cree que la quema de caña de azúcar sea altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes a la atmósfera, así como gran generadora de calor, incrementando la temperatura ambiente.	X		X		X		
06	Usted cree que la quema de caña de azúcar es altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes que perjudica el suelo generando la desertificación.	X		X		X		
	<b>Indicador. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire</b>							
07	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer en una norma especial los límites máximos de contaminantes en el aire (máximo permisible de polvo en el aire, por ejemplo) en centros poblados y distritos como La Huaca.	X		X		X		
08	Usted cree que autoridades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), PRODUCE o el MINAGRI, deben ejecutar monitoreos ambientales permanentes (de manera trimestral) de la calidad de aire, en el distrito de La Huaca, a efectos de verificar el cumplimiento del ECA aire.	X		X		X		
	<b>Dimensión. Educación ambiental</b>							
	<b>Indicador. Relación comunidad y medio ambiente.</b>							
09	Usted cree que la comunidad del distrito de La huaca esté dispuesta a recibir charlas de educación ambiental para así proteger el medio ambiente por el bienestar de sus familias y de la comunidad.	X		X		X		
10	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer campañas de educación ambiental en los colegios del distrito de la Huaca, Piura.	X		X		X		
	<b>Indicador. Conciencia ambiental.</b>							
11	Usted cree que las empresas industriales cañeras en Piura, tienen claro que debe regular el quemado de caña de azúcar porque perjudica la salud y el	X		X		X		



	medio ambiente; sin embargo, no lo hacen pues tendrían que invertir más y disminuirían sus ganancias.						
12	Usted cree que se deba fomentar la relación empresas industriales y comunidad, sobre cultivo de Stevia, maíz y cebada para producir endulzante y etanol respectivamente, para así beneficiarse tanto empresas y pobladores, y proteger el medio ambiente y la salud.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable  ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Sánchez Satomayer Segundo

Especialidad del validador: Estadístico

08 de 07 del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable dependiente. Quemado de caña de azúcar**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencia
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión. Salud de la personas</b>							
	<b>Indicador. Enfermedades respiratorias.</b>							
01	Usted cree que el asma bronquial es la principal enfermedad respiratoria ocasionada por la quema de caña de azúcar.	X		X		X		
02	En el distrito de la Huaca, Piura es costumbre en los días de quemado de caña de azúcar respirar humo, cenizas e ir con frecuencia al médico por el aumento de IRAS.	X		X		X		
	<b>Indicador. Relación PM10 y la salud de la persona.</b>							
03	Usted cree que existe relación entre el aumento de PM10 (polvo, cenizas) en el distrito de La Huaca y el número de consultas médicas por infecciones respiratorias agudas (IRA).	X		X		X		
04	Usted, como habitante del distrito de la Huaca, tiene conocimiento del PM10 (polvo, cenizas) y sus efectos nocivos para la salud.	X		X		X		
	<b>Dimensión. Contaminación medio ambiente</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Indicador. Contaminación del aire y suelo</b>							
05	Usted cree que la quema de caña de azúcar sea altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes a la atmósfera, así como gran generadora de calor, incrementando la temperatura ambiente.	X		X		X		
06	Usted cree que la quema de caña de azúcar es altamente nociva para el ecosistema local y considerada factor de liberación de elementos tóxicos o contaminantes que perjudica el suelo generando la desertificación.	X		X		X		
	<b>Indicador. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Aire</b>							
07	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer en una norma especial los límites máximos de contaminantes en el aire (máximo permisible de polvo en el aire, por ejemplo) en centros poblados y distritos como La Huaca.	X		X		X		
08	Usted cree que autoridades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), PRODUCE o el MINAGRI, deben ejecutar monitoreos ambientales permanentes (de manera trimestral) de la calidad de aire, en el distrito de La Huaca, a efectos de verificar el cumplimiento del ECA aire.	X		X		X		
	<b>Dimensión. Educación ambiental</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Indicador. Relación comunidad y medio ambiente.</b>							
09	Usted cree que la comunidad del distrito de La huaca esté dispuesta a recibir charlas de educación ambiental para así proteger el medio ambiente por el bienestar de sus familias y de la comunidad.	X		X		X		
10	Usted cree que el Gobierno Peruano debe establecer campañas de educación ambiental en los colegios del distrito de la Huaca, Piura.	X		X		X		
	<b>Indicador. Conciencia ambiental.</b>							
11	Usted cree que las empresas industriales cañeras en Piura, tienen claro que debe regular el quemado de caña de azúcar porque perjudica la salud y el	X		X		X		

	medio ambiente; sin embargo, no lo hacen pues tendrían que invertir más y disminuirían sus ganancias.						
12	Usted cree que se deba fomentar la relación empresas industriales y comunidad, sobre cultivo de Stevia, maíz y cebada para producir endulzante y etanol respectivamente, para así beneficiarse tanto empresas y pobladores, y proteger el medio ambiente y la salud.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Sánchez Camargo Mario

Especialidad del validador: Metodología

...10 de 08 del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

## **Anexo 6: Formato de Entrevista a expertos**

- 1. ¿El actual panorama normativo (normativa de PRODUCE, de OEFA o del MINAGRI) ayuda a una efectiva fiscalización ambiental a los ingenios azucareros? considerando la extensión de los campos. Específicamente, por la quema de caña parada.**
- 2. En caso de que la normativa es insuficiente, ¿qué tipo o características de la normativa se necesitaría?**
- 3. ¿La solución está en dar un tiempo de adecuación a los ingenios 10, 20 o 30 años?**
- 4. ¿El Estado debe aplicar impuestos y subsidios en Innovación (máquinas cosechadoras especiales) para el descincentivo de la quema de caña de azúcar?**
- 5. ¿El Estado debe fomentar la producción de otros productos alternativos a la caña de azúcar (stevia, biol a base de maíz o cebada) estos productos podrían reemplazar al cultivo de caña de azúcar?**
- 6. ¿Como describiría ud. la actualidad de empresas azucareras en temas de gestión ambiental?**
- 7. ¿Cree que el ISO 14001 puede ser una solución para que esas empresas mejoren en su gestión ambiental?**
- 8. ¿Como influye la quema de caña en la salud de las personas?**

**9. ¿Qué retos afrontarían los ingenios azucareros para el cambio a una cosecha mecanizada en verde? ¿Temas sociales? ¿la generación de broza de la caña? ¿encontrar el tipo de caña ideal?**

**10. ¿Existe relación entre la quema de caña y el número de consultas por IRA?**

**11. ¿Se puede decir que la quema de caña impacta de manera negativa la calidad del aire y suelo?**

**12. ¿Es necesario que el Estado impulse programas de educación ambiental a efectos de concientizar a emprendedores y/o empresarios de optar por formas alternativas de producir endulzantes y biocombustible? O ¿procurar optar por otros mecanismos de cosecha de la caña de azúcar?**

**13. ¿Es necesario que el Estado efectúe programas de educación ambiental a pobladores para informar sobre los efectos de la quema de azúcar?**

**Anexo 7: Base de datos de los resultados de la encuesta**

N°	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12
01	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
02	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
03	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
04	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
05	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
06	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
07	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
08	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
09	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
10	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
11	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
12	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
13	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
14	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
15	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
16	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
17	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
18	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
19	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
20	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
21	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1
22	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1
23	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
24	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1
26	1	1	3	1	2	2	2	4	1	5	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2
27	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
28	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1
29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1
30	5	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
31	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
32	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2
33	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2
34	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	2
35	4	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1
36	4	2	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1
37	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1

38	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	
39	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	
40	3	2	1	1	2	2	1	4	3	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
41	1	1	3	1	2	2	2	1	4	5	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	
42	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
43	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	
44	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	3	1	2	1	1	
45	1	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
46	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	1	2	1	1	1	
47	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1
48	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	
49	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1	2	
50	1	2	2	2	2	2	2	4	4	5	1	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	
51	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	
52	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	3	1	2	2	
53	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1	2	
54	1	4	1	1	4	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	
55	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
56	1	1	3	1	2	2	2	4	4	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	
57	4	2	3	3	1	3	1	3	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	
58	4	1	3	4	1	1	3	1	1	5	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	
59	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	
60	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2	
61	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	
62	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	
63	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
64	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	2	2	2	
65	4	2	2	2	2	2	2	4	4	5	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
66	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	
67	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	
68	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	
69	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	
70	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	
71	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	



72	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2
73	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2
74	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1
75	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
76	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
77	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	2	2
78	4	2	2	2	2	2	2	4	4	5	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
79	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2
80	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	3
81	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1
82	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2
83	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
84	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1
85	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2
86	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
87	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
88	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
89	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
90	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
91	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
92	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5
93	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
94	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
95	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
96	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
97	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
98	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
99	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
100	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
101	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
102	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
103	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
104	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
105	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3

106	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
107	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
108	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
109	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
110	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
111	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
112	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
113	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
114	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
115	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
116	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
117	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1
118	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1
119	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
120	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
121	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1
122	1	1	3	1	2	2	2	4	1	5	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2
123	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
124	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1
125	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1
126	5	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
127	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
128	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2
129	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2
130	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	2
131	4	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1
132	4	2	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1
133	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1
134	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2
135	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3
136	3	2	1	1	2	2	1	4	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
137	1	1	3	1	2	2	2	1	4	5	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1
138	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
139	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1

140	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	3	1	2	1	
141	1	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	
142	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	1	2	1	1	1	
143	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	
144	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	
145	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1	2	
146	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	
147	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	
148	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	
149	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
150	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1	
151	1	1	3	1	2	2	2	4	1	5	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
152	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
153	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	
154	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	1	1	1	1	2	1
155	5	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
156	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	
157	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	
158	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	2	
159	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	1	2	
160	4	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	
161	4	2	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	
162	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	
163	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	2	
164	1	4	1	1	1	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	
165	3	2	1	1	2	2	1	4	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
166	1	1	3	1	2	2	2	1	4	5	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	
167	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
168	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	
169	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	3	1	2	1	
170	1	1	3	1	5	3	4	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
171	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	1	2	2	2	1	
172	1	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	
173	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	

174	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2
175	1	2	2	2	2	2	2	4	4	5	1	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1
176	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	3
177	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	3	1	2
178	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1	2
179	1	4	1	1	4	4	2	1	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	3
180	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
181	1	1	3	1	2	2	2	4	4	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2
182	4	2	3	3	1	3	1	3	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
183	4	1	3	4	1	1	3	1	1	5	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1
184	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1
185	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2
186	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1
187	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
188	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
189	4	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	2	2
190	4	2	2	2	2	2	2	4	4	5	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
191	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2
192	4	1	3	4	5	1	3	1	5	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	3
193	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1
194	5	1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2
195	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
196	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1
197	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2
198	4	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
199	4	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2
200	4	1	3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	3
201	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	4	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1
202	4	2	2	2	2	2	3	2	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2
203	4	2	2	2	1	3	2	1	3	3	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
204	4	2	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	4	2
205	3	2	3	3	3	2	1	2	2	2	1	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1	3	1	2
206	2	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	2	1	3	1	2
207	2	4	1	1	1	4	2	1	1	4	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1

208	2	1	1	2	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
209	4	1	2	2	2	4	2	1	2	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
210	2	2	2	2	2	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
211	2	4	5	4	4	4	2	5	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	3
212	3	3	4	4	3	4	1	5	3	3	4	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
213	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	2	1
214	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
215	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
216	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
217	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
218	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
219	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
220	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
221	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
222	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
223	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
224	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
225	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
226	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
227	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
228	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
229	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
230	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
231	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
232	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
233	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
234	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
235	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
236	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
237	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
238	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
239	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
240	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
241	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4

242	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
243	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
244	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
245	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
246	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
247	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
248	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
249	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
250	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
251	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
252	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
253	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
254	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
255	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
256	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
257	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
258	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
259	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
260	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
261	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
262	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
263	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
264	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
265	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
266	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
267	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
268	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
269	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
270	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
271	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
272	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
273	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
274	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
275	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1

276	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
277	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
278	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
279	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
280	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
281	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
282	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
283	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
284	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
285	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
286	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
287	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
288	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
289	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
290	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
291	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
292	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
293	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
294	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
295	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
296	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
297	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
298	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
299	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
300	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
301	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
302	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
303	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
304	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
305	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
306	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
307	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
308	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
309	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5

310	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
311	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
312	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
313	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3
314	2	4	3	1	2	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
315	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
316	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
317	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
318	1	2	4	2	1	2	4	1	4	3	2	4	3	2	3	4	1	2	3	1	4	4	3	2
319	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2
320	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	1	2	3	5	4	1	4	2
321	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
322	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
323	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
324	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
325	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2
326	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1
327	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	5	1	2	3	2	2	5	2	3
328	1	2	4	2	4	2	3	4	1	3	2	1	3	2	3	1	4	4	3	3	4	3	3	3
329	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
330	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
331	1	2	2	2	1	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4
332	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
333	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	1	1	5	3	3	4	4	4	3



**Anexo 8: Infografía Complementaria de la Regulación Ambiental y la Quema de Caña de Azúcar en el distrito de La Huaca, período 2015-2018.**

# PIURA: PRIMER PRODUCTOR NACIONAL DE CAÑA PARA ETANOL

**C.59 PERÚ: CAÑA PARA ETANOL POR REGIÓN SEGÚN VARIABLES PRODUCTIVAS, ABR-JUN 2017**

Región	Producción (t)		
	Abr <sup>p</sup>	May <sup>p</sup>	Jun <sup>p</sup>
<b>NACIONAL</b>	<b>80 000</b>	<b>105 000</b>	<b>110 000</b>
Piura	80 000	105 000	110 000

Fuente: *Boletín Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2017 II - Trimestre*, año 2017 emitido por la Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas- MINAGRI.

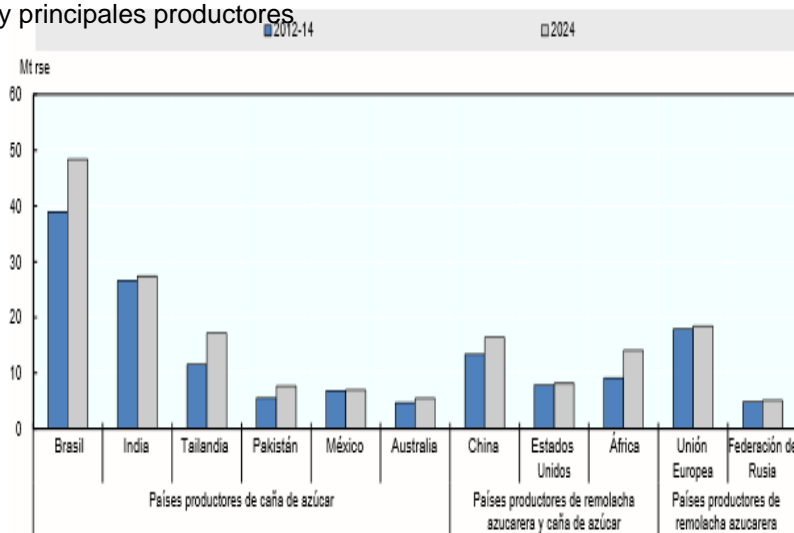
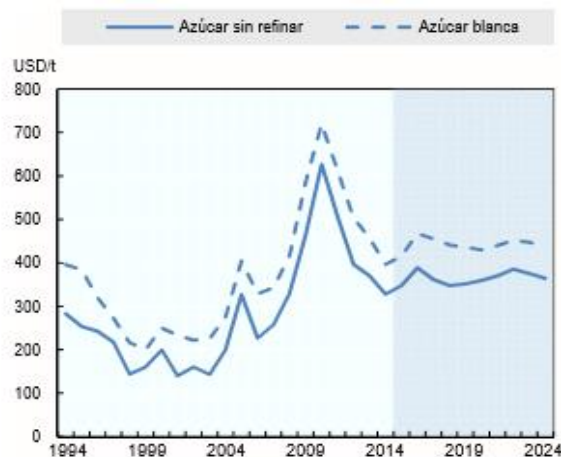
## EL ETANOL

Biocombustible que al mezclarse con combustibles fósiles permite que estos sean más amigables con el medio ambiente.

En el distrito de La Huaca - Piura, es el único lugar del Perú donde se cosecha caña de azúcar para producir etanol, mediante los proyectos “Caña Brava” y “AGROAURORA”

# EL AZÚCAR: PROYECCIONES DE PRECIO COMMODITY Y PRINCIPALES PRODUCTORES A NIVEL MUNDIAL

Evolución de los precios mundiales del azúcar y principales productores  
 Fuente: OECD/FAO (2015)

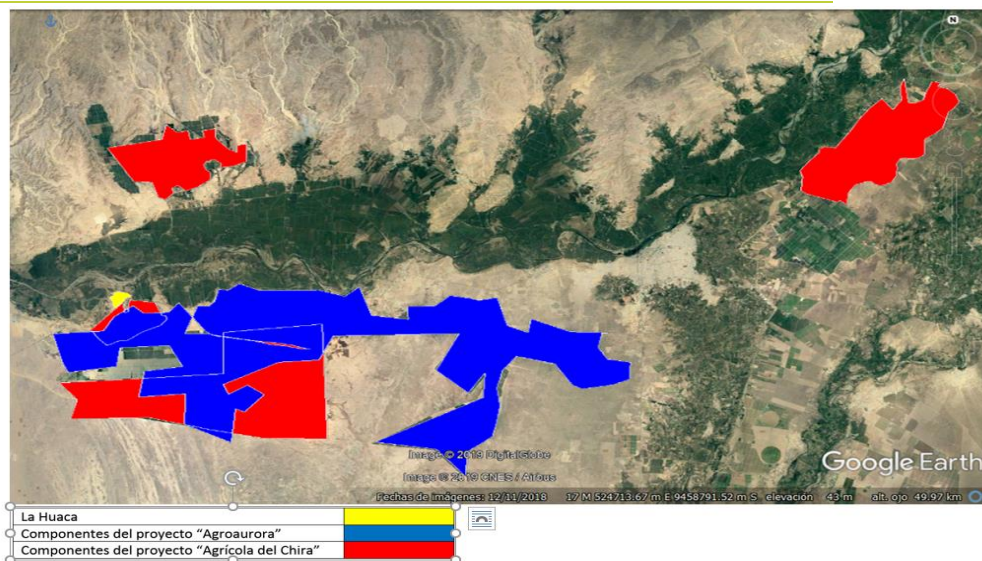


## BRASIL A LA CABEZA

Brasil es el principal productor de caña a nivel mundial. Sin embargo, no ha llegado a un escenario total de quema cero.

Por otro lado, para el 2024 la FAO proyecta un descenso en el commodity del azúcar. Quizá a futuro, sembrar caña únicamente para producir azúcar no sea rentable.

# LA QUEMA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL DISTRITO DE LA HUACA



#CEROQUEMA

Los pobladores de La Huaca salen a las calles a protestar en contra de la quema de caña que generan los proyectos "Caña Brava" y "Agroaurora". Los pobladores aducen que la quema de caña genera perjuicios a su salud y es la causante de enfermedades respiratorias especialmente en niños y ancianos. Por lo general, las quemas se realizan en horarios de madrugada.

# ¿LA QUEMA DE CAÑA AFECTA EL ESTÁNDAR DE CALIDAD PARA AIRE (ECA AIRE)?

Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m <sup>3</sup> ]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>[1]</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>[2]</sup>	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

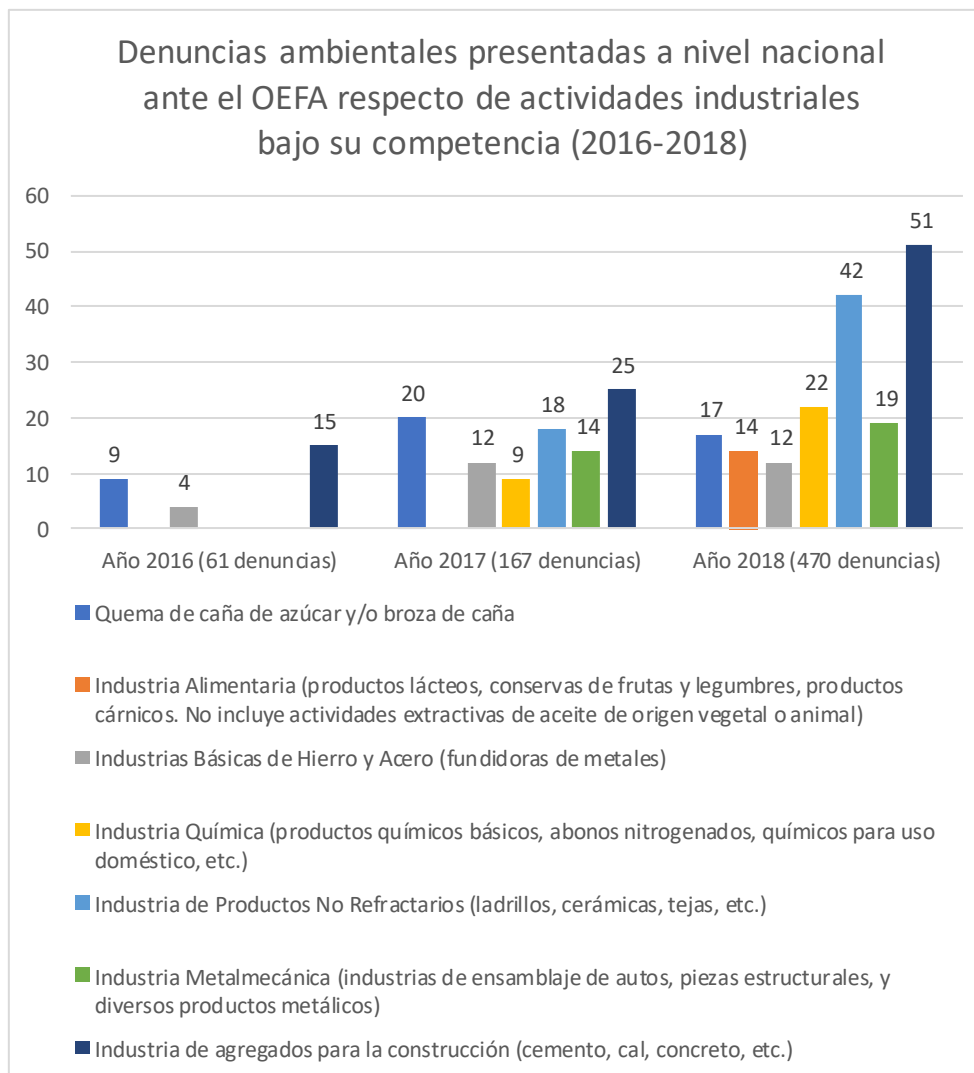
NE: No Exceder.  
<sup>[1]</sup> o método equivalente aprobado.

NO HAY PRUEBAS...

Las empresas cañeras monitorean calidad de aire de acuerdo a la frecuencia de sus instrumentos de gestión ambiental aprobados por MINAGRI o PRODUCE, obteniendo siempre valores que no exceden el ECA aire aprobado por Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Cabe señalar, que las empresas no están obligadas a monitorear cuando ejecutan las quemas.

En teoría, las quemas incrementarían las concentraciones de material particulado en el aire (PM10 v PM2.5) v esto generaría a su vez, afecciones

# EL OEFA Y LA QUEMA DE CAÑA DE AZÚCAR



## LAS MÁS DENUNCIADAS...

Las empresas cañeras están incluidas en el grupo de actividad de la industria alimentaria. En el gráfico se muestra la comparación de denuncias ambientales con su grupo y con otros grupos de actividad industrial (industria química, industria de la construcción, etc.)

Empresa	Autoridad Instructora y Decisora del PAS	Decisión Final	Materia del PAS
<b>AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.</b>	MINAGRI	Mediante Resolución Viceministerial N° 0002-2017-MINAGRI-DVDIAR (04 de abril de 2017) Se declaró FUNDADO EL RECURSO DE APELACIÓN interpuesto por la empresa y en consecuencia se declara no existencia de responsabilidad administrativa y se revoca la Resolución Directoral N° 362-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, que impuso multa de 08 Unidades Impositivas Tributarias (UIT).	Incumplimiento de Protocolo de quema de broza controlada.
<b>AGROAURORA S.A.C.</b>	OEFA	Resolución Directoral N° 877-2017-OEFA/DFSAI (18 de agosto de 2017). Se declaró ARCHIVO del PAS.	Desarrollar actividades sin contar con EIA aprobado
	OEFA	Resolución Directoral N° 1978-2018-OEFA/DFAI (29 de agosto de 2018). Se declaró ARCHIVO del PAS	Modificación de cronograma de proyecto
	OEFA	Resolución Directoral N° 2172-2018-OEFA/DFAI (25 de septiembre de 2018). Se declaró ARCHIVO del PAS	Incumplimiento de Protocolo de quema de caña controlada
	OEFA	Resolución Directoral N° 3240-2018-OEFA/DFAI (20 de diciembre de 2018). Se declaró ARCHIVO del PAS	Actividades de cultivo de caña en zonas no autorizadas.

...PERO SON INOCENTES

En el período 2015-2018, el OEFA, ni el MINAGRI sancionaron a las empresas cañeras acentuadas en el distrito de La Huaca. Básicamente, la razón fue por falta de pruebas.

Asimismo, se aprecia que el OEFA verifica el cumplimiento de los protocolos de quema aprobados en el EIA. En ese sentido, la actuación del OEFA se ve limitada para poder incentivar a las cañeras a no quemar.

# LAS EMPRESAS QUE EJECUTAN EL PROYECTO “CAÑA BRAVA” Y “AGROAURORA”

Proyecto	Empresa del proyecto que se dedica al cultivo de caña de azúcar	Producto que a elaborar	Autoridad competente para aprobar EIA	Autoridad competente para ejercer fiscalización ambiental y sanciones	Quema de caña controlada	Quema de broza de caña
	AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. (*)	Etanol y Azúcar	MINAGRI	MINAGRI (actualmente OEFA)	No	Sí
	AGROAURORA S.A.C. (**)	Etanol y Azúcar	PRODUCE	OEFA	Sí	No

(\*) La producción de etanol y azúcar (fase industrial) se encuentra a cargo de la empresa SUCROALCOLERA DEL CHIRA S.A.

(\*\*) AGROAURORA S.A.C., también se encuentra a cargo de la producción de azúcar (fase industrial); en tanto, la empresa AGROJIBITO S.A.C., se ocupa de la producción de etanol.

# CRONOLOGÍA DE HECHOS RELEVANTES DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

<p><b>Año 2015</b>          AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., viene ejecutando quemas de broza sin ningún tipo de control, ni fiscalización por entidad del Estado</p>	<p><b>Año 2016</b>          En marzo, el MINAGRI aprobó el PAMA a favor de AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., estableciendo un "programa de quema de broza controlada" y a su vez, se estableció que la empresa debe encontrar en 05 años, un método para reaprovechar o dejar de quemar la broza de caña</p>	<p><b>Año 2017</b>          En enero, el PRODUCE aprobó el EIA a favor de AGROAURORA S.A.C., autorizándole a quemar caña parada, mas no broza de caña. En el plazo de 30 años, la empresa debe dejar de quemar caña en todos sus campos. En 05 años, debe implementar un proyecto para reaprovechar broza</p>	<p><b>Año 2018</b>          En enero, la bancada de Fuerza Popular, presentó un proyecto de Ley para crear una Comisión Especial, para que ejecute un plan de acción de reducción progresiva de la quema de la caña. Se considera la problemática de La Huaca para proponer este proyecto de Ley.           En febrero, se creó la Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados, conformada por empresas azucareras, incluyendo a AGRÍCOLA DEL CHIRA Y AGROAURORA.</p>
<p>Se encontraba en evaluación el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental en el MINAGRI. Las denuncias ambientales de los pobladores de La Huaca continuaban</p>	<p>En el mes de junio de 2016, se realizó una mesa de diálogo en La Huaca. Los pobladores rechazaron las condiciones de aprobación del PAMA. Las denuncias contra el proyecto "Caña Brava" continúan.</p>	<p>La población de La Huaca, continúa efectuando denuncias por contaminación ambiental en su distrito. En enero, se realizó una reunión multisectorial entre autoridades y la ciudadanía de La Huaca, siendo que esta última rechazó el EIA del proyecto "AgroAurora".</p>	<p>En octubre, se publicó el Decreto Supremo N° 011-2018-MINAM, mediante el cual se inició la transferencia de funciones de fiscalización ambiental del MINAGRI al OEFA. De esta manera, AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., será supervisada por el OEFA a mediados del 2019.           En noviembre, el OEFA en coordinación con el SENAMHI, realizaron un estudio técnico, respecto del impacto ambiental a la calidad de aire del proyecto "AgroAurora", determinando que existe una afectación a este componente ambiental y riesgo de afectación a la salud de poblaciones aledañas, como el distrito de La Huaca</p>



---

# LA “AUTOREGULACIÓN” ACTUAL POR PARTE DE LAS EMPRESAS CAÑERAS

---

---

No se puede quemar broza en franjas comprendidas desde los perímetros de los cascos urbanos de los municipios hasta una distancia exterior de 1 000 metros.

---

No se puede quemar broza o caña si el viento está a favor de la planta de producción, caña agostada o población.

---

Debido a que se tiene la presencia de vías asfaltadas y no asfaltadas dentro de los terrenos de los tres fundos Montelima, San Vicente y el Lobo) se establece una franja de 80 metros de distancia sobre cada lado del eje de las vías (referencia: Decreto 4296 de diciembre de 2004 y por la Resolución 532 de abril de 2005 Reglamento de quema Contralada de Caña de azúcar en Colombia)

---

La quema de broza o caña se realizará de 23:00 hrs a 04:00 hrs.

---

Se consulta el comportamiento del viento en la Estación Meteorológica, en tiempo real, antes de la quema

No se realizarán quemas de broza, si las ráfagas instantáneas de la velocidad del viento (vientos máximos) superan sostenidamente los 20 km/h

---

El área para la quema de broza, será máximo de 20 hectáreas por día. No se quemarán, simultáneamente lotes contiguos o vecinos. Iniciar la quema del siguiente lote tan sólo cuando se haya apagado por completo la quema anterior.

---

Cuando la broza está húmeda o garúa no se quema.

---

Cuando ocurran incendios en predios cultivados con caña de azúcar se cumplirá con el Plan de Contingencia y se ha de informar inmediato a la autoridad de policía y a la autoridad competente.

---

---

Las condiciones de quema mostradas en el cuadro, son las reglas que propusieron las empresas cañeras de La Huaca en sus respectivos EIA'S. Estas condiciones son las establecidas por la normativa colombiana para ejecutar “quemas de caña controlada”

Tales condiciones fueron finalmente aceptadas por el MINAGRI y PRODUCE, al no tener mayor información técnica para modificar lo propuesto por las empresas.

**Anexo 9: Evaluación Ambiental del OEFA respecto de la quema de caña de azúcar en el área de influencia de la empresa AGROAURORA S.AC. - 2018**



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



Organismo  
de Evaluación  
y Fiscalización  
Ambiental

Firmado digitalmente por:  
GARCIA ARAGON Francisco  
(FIR31044541)  
Cargo: Director de la Dirección  
de Evaluación Ambiental  
Lugar: Sede Central -  
Lima\Lima\Jesus Maria  
Motivo: Soy el autor del  
documento



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



<b>Figura 8-1.</b> 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. <b>a)</b> PM <sub>10</sub> , <b>b)</b> PM <sub>2,5</sub> y <b>b)</b> carbono total. ....	53
<b>Figura 8-2.</b> Rosa de vientos del punto SOJ-CA-07, registrada el 12 y 15 de noviembre de 2018.....	53
<b>Figura 8-3.</b> 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
<b>Figura 8-4.</b> 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
<b>Figura 8-5.</b> Registros de temperatura y humedad en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación .....	57
<b>Figura 8-6.</b> 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
<b>Figura 8-7.</b> Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto RIN-CA-01 para el periodo de evaluación .....	59
<b>Figura 8-8.</b> Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto SOJ-CA-07 para el periodo de evaluación .....	60
<b>Figura 8-9.</b> 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:

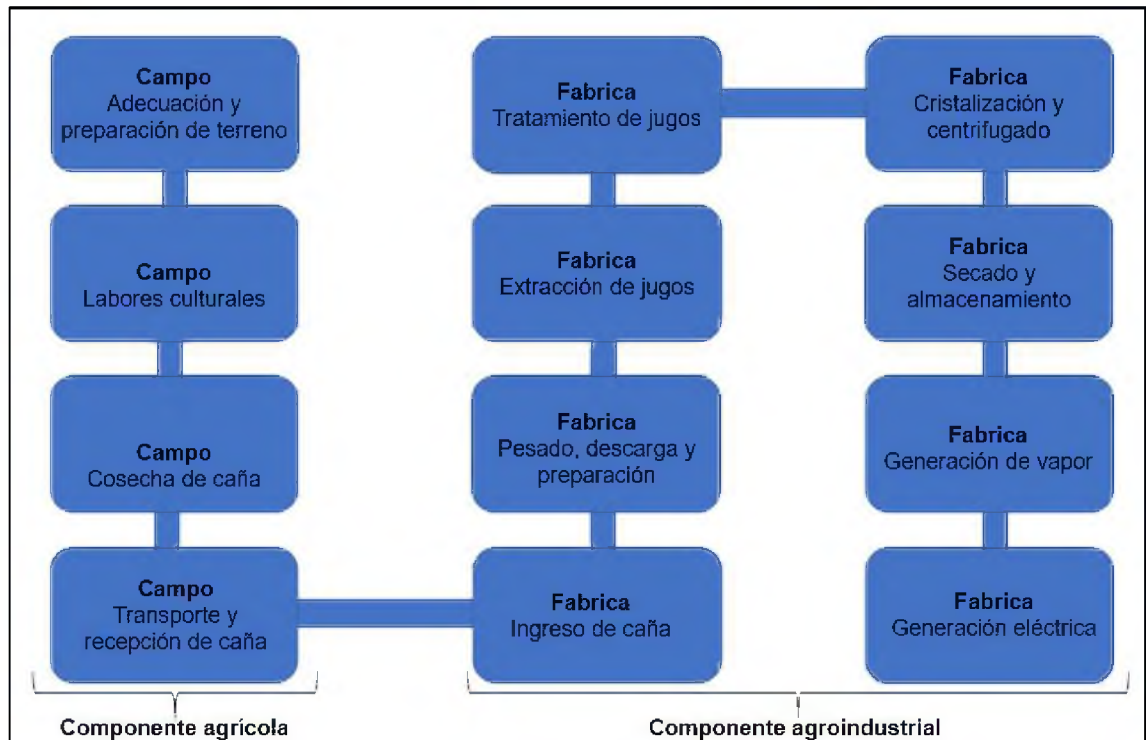
- Componente agrícola: Cultivo de caña de azúcar en 10 000 ha, mediante el riego por goteo proveniente de bombas y tuberías de aducción que extraen agua del río Chira.
- Componente agroindustrial: Contempla la operación de una planta para la fabricación de azúcar a partir de la caña de azúcar, con una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

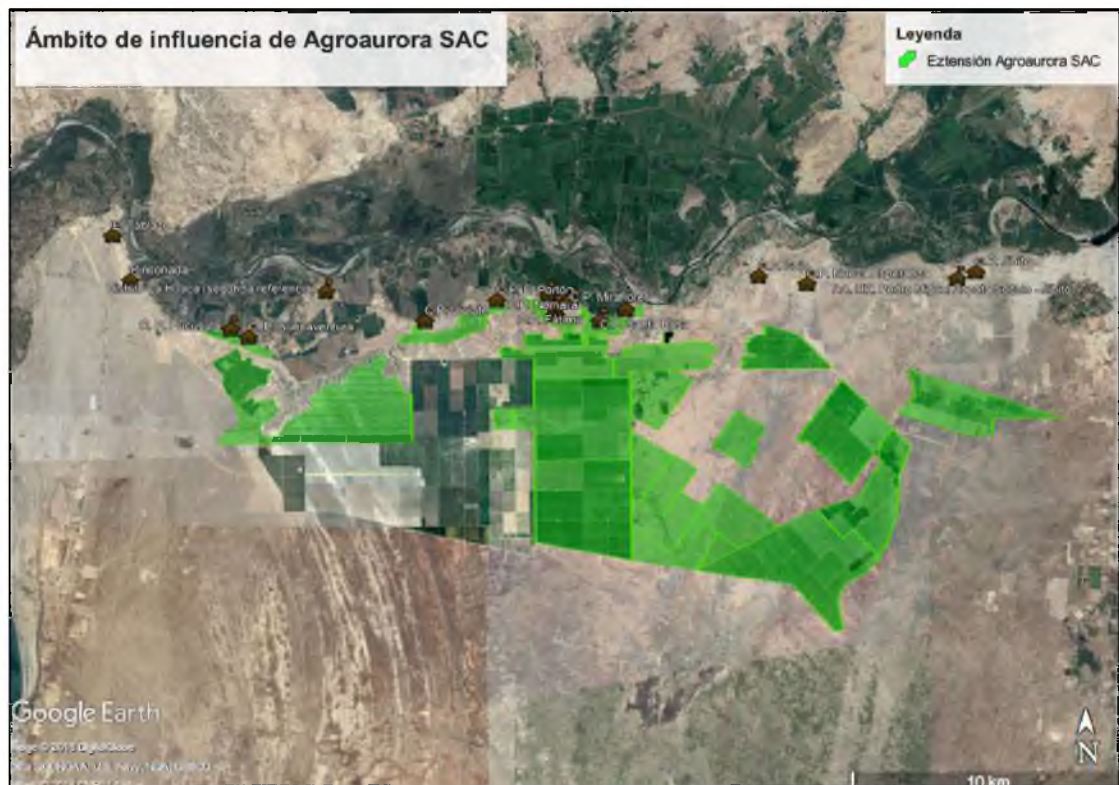
Agroaurora S.A.C. es una empresa que desarrolla actividades de la industria manufacturera y cuenta con 2 componentes:

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.** Ubicación 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 área de influencia del Proyecto es cálido y seco y se caracteriza por tener temperaturas promedio de 32 °C, con presencia de precipitaciones los meses de diciembre a abril; en los demás meses del año la temperatura oscila entre 26 °C y 16 °C, sin presencia de lluvias<sup>9</sup>.

## 5. CONTEXTO SOCIAL

La información sobre el contexto social fue obtenida mediante la revisión de fuentes bibliográficas, la que fue complementada con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento (previa al desarrollo de la evaluación ambiental) y durante las etapas previas a su ejecución.

Para la ejecución de la evaluación ambiental se tomaron en cuenta las etapas indicadas en el «Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA<sup>10</sup>», que se detallan a continuación:

- Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados.
- Etapa 2. Convocatoria.
- Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción.

<sup>9</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>10</sup> Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD, "Aprueban el Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA", del 2 de setiembre de 2014, modificada mediante Resolución 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
Etapa preliminar Visita de reconocimiento <sup>(A)</sup>	Del 25 al 29 de setiembre de 2018	29	13	42
Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados				
Etapa 2. Convocatoria <sup>(B)</sup>	Del 15 al 18 de octubre de 2018	72	66	138
Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción				
Etapa 4. Realización de la inducción				
Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del plan				
Etapa 6. Ejecución del monitoreo	Del 25 de octubre al 18 de noviembre de 2018	9	5	14
Etapa 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.

- **Etapa 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)



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

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.

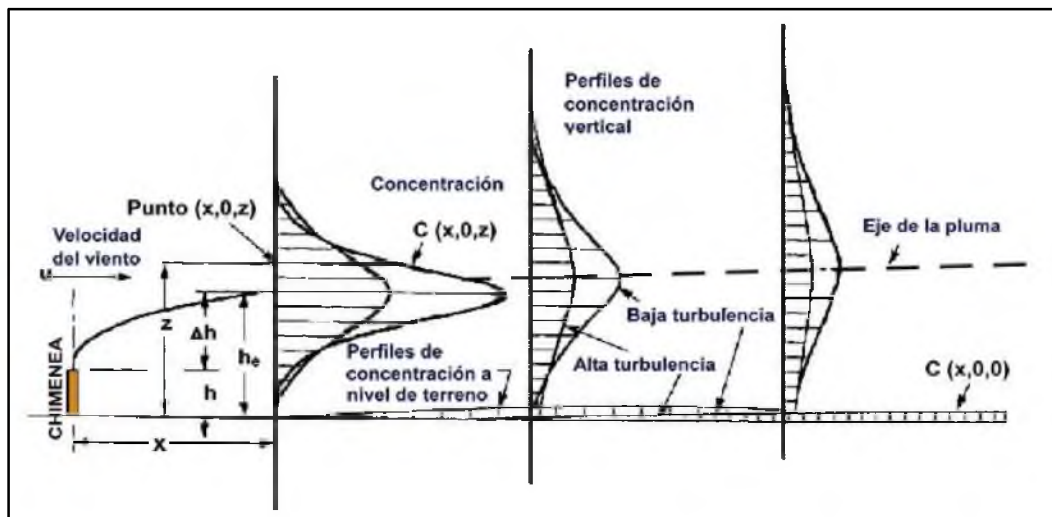
<sup>15</sup> Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto agroindustrial: "Cultivos de Caña de Azúcar y elaboración de Azúcar", aprobado mediante Resolución Directoral N.º 037-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, el 19 de enero de 2017.

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)

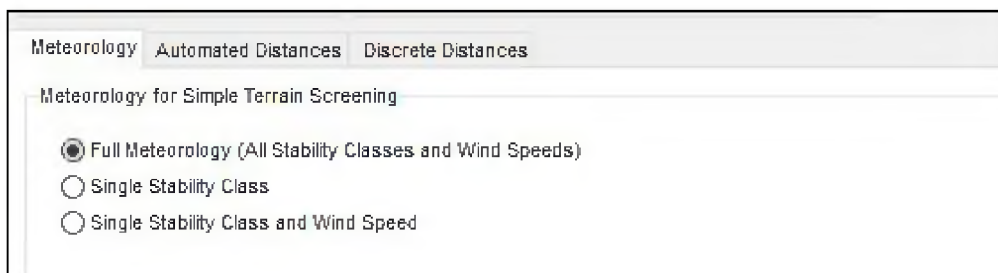
Respecto a las condiciones meteorológicas, el software examina un rango de clases de estabilidad y de velocidades del viento para identificar el peor caso de condiciones meteorológicas. Las combinaciones de velocidad del viento y clases de estabilidad que usa Screen3 se muestran en la Tabla 6-8.

**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".

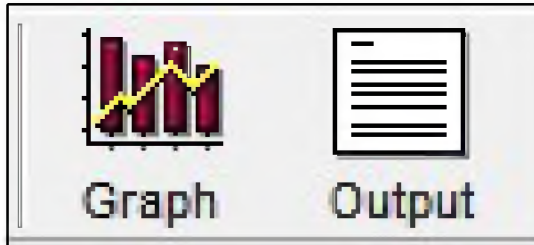


Figura 6-3. Captura de pantalla de las opciones de salida en Screen3

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»

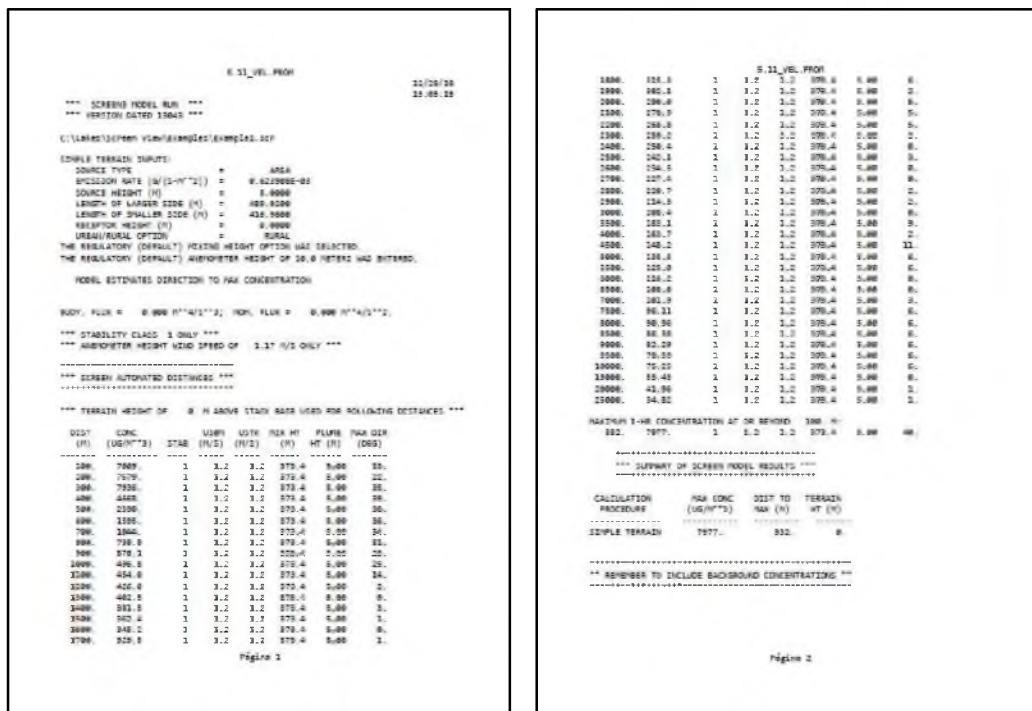


Figura 6-4. Corrida con datos de salida en Screen3



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 quemadas 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 (°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).

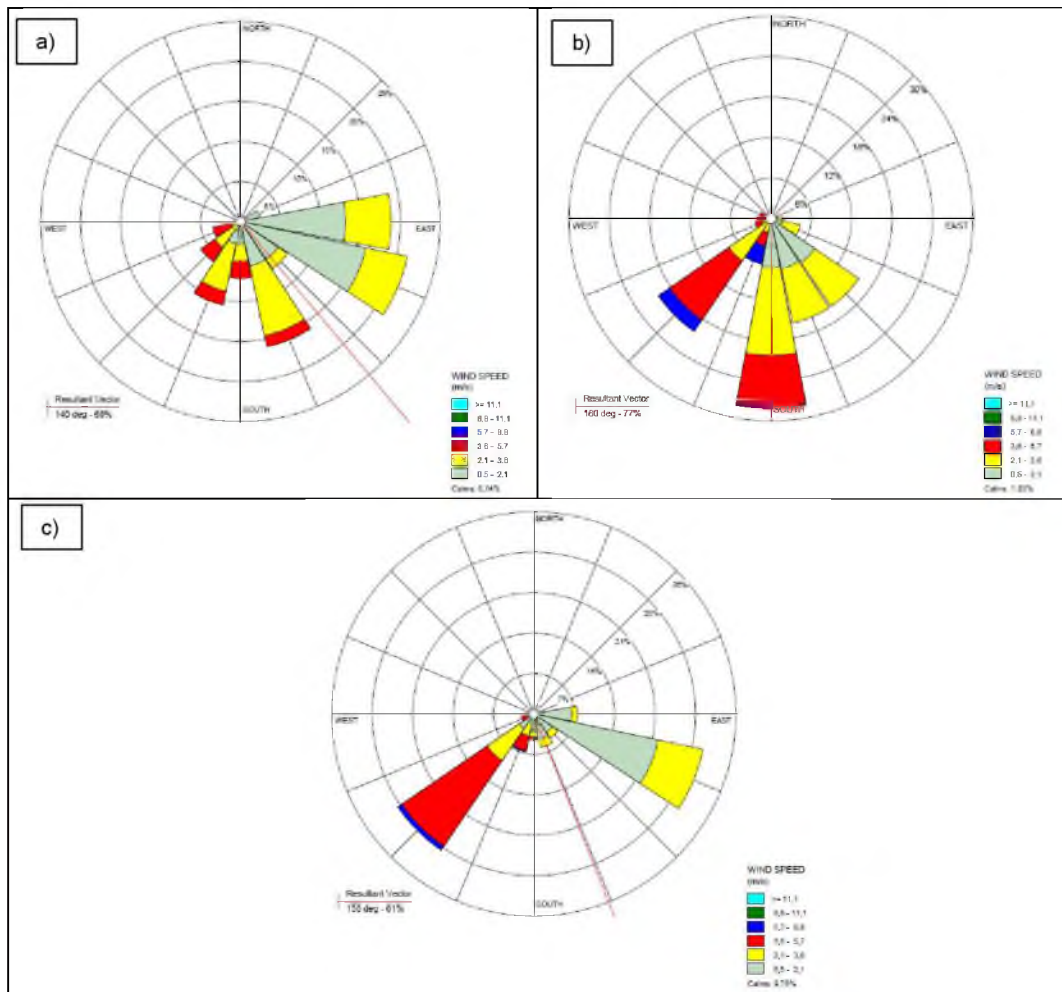


Figura 7-1. Rosa de vientos en los períodos de monitoreo del 27 de octubre al 16 de noviembre 2018 en el punto: a) HUA-CA-10; y del 4 al 16 de noviembre de 2018 en los puntos: b) SOJ-CA-07 y c) RIN-CA-01

### 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	100	ESE	-	-
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 Vivate), 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 Vivate) 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

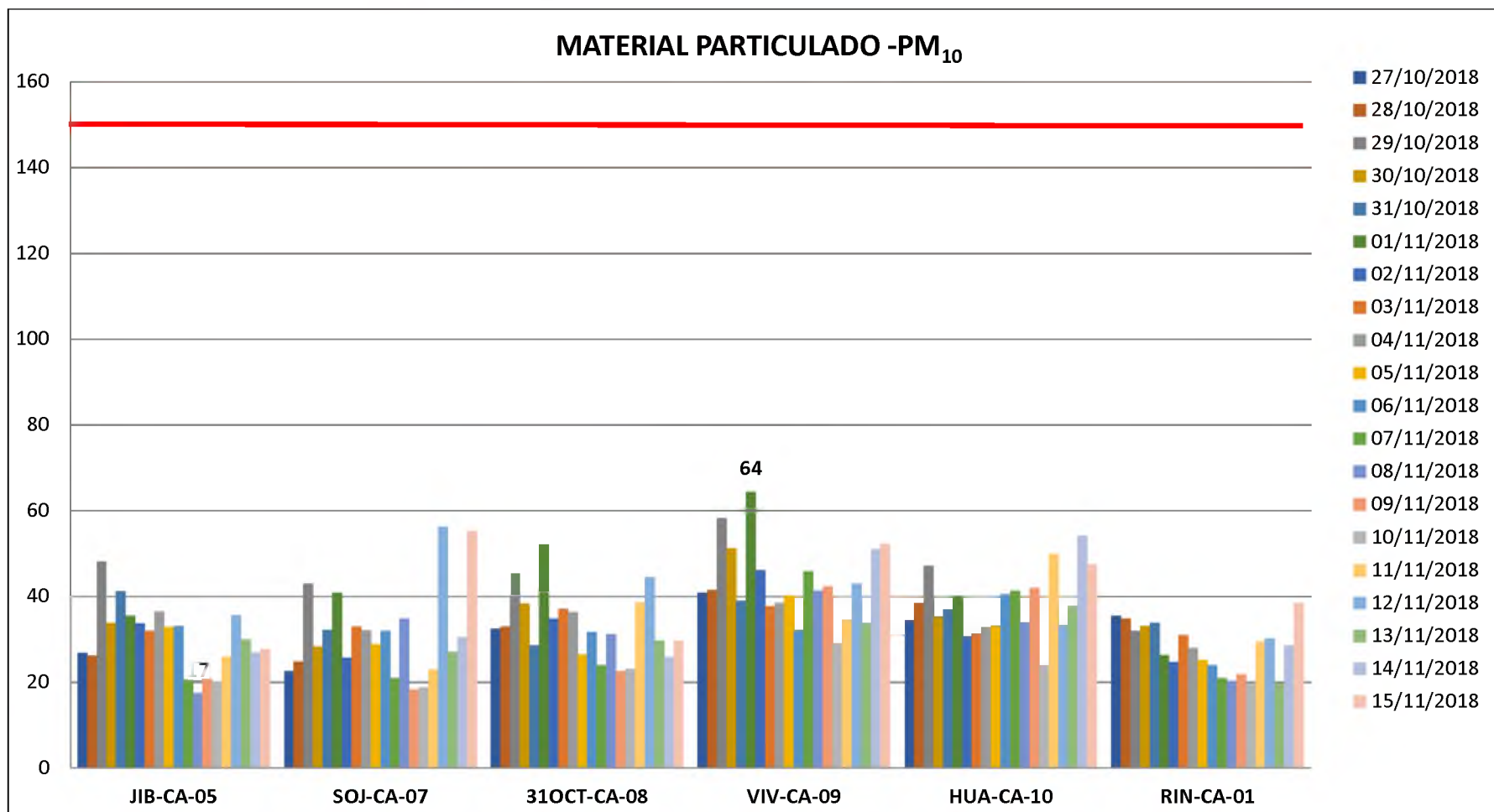


Figura 7-2. Comparación de las concentraciones de PM<sub>10</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (D.S. N.º 074-2001-PCM) 150 µg/m<sup>3</sup>





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

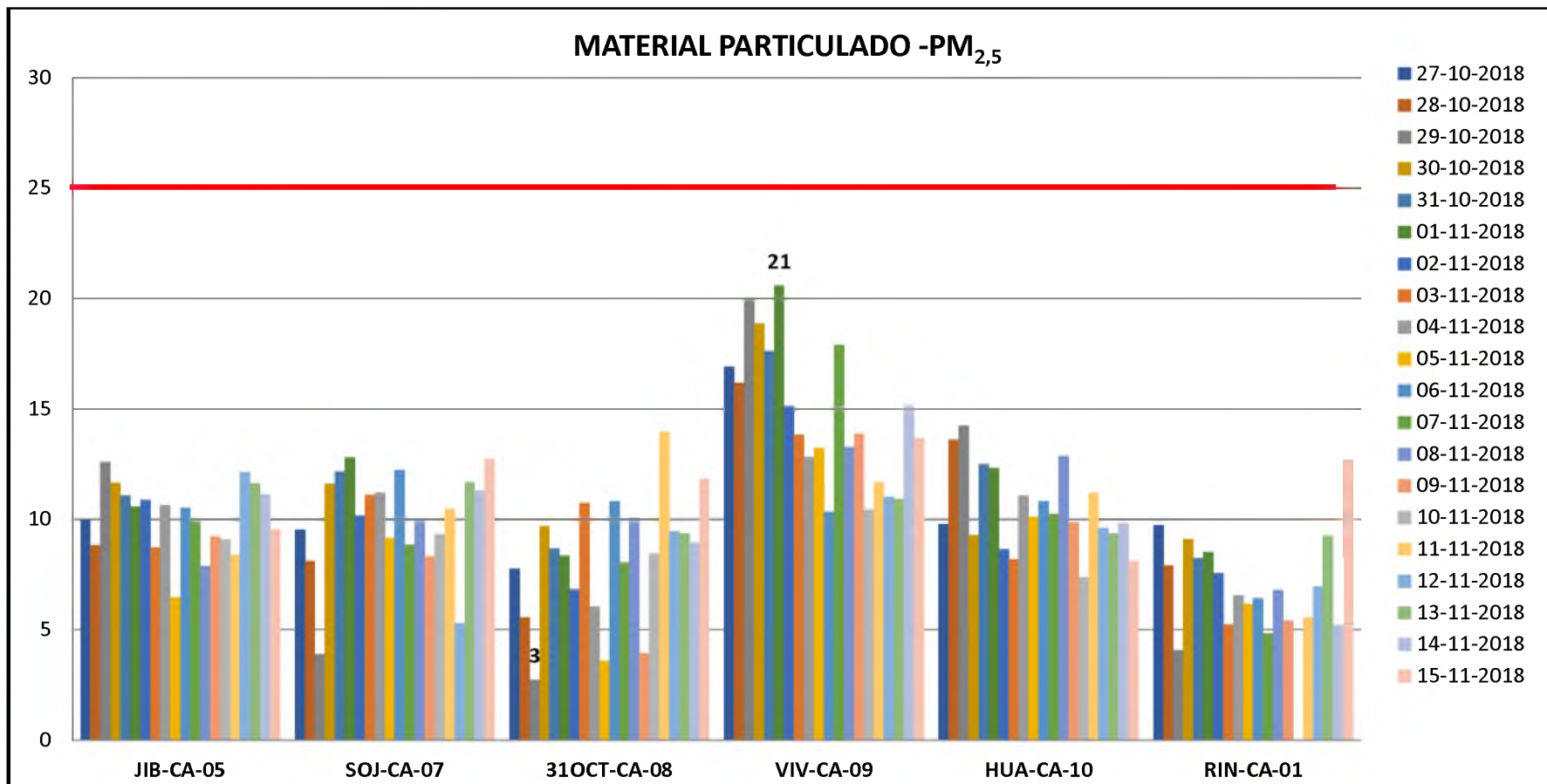


Figura 7-3. Comparación de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> registrados del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018 en los puntos de monitoreo JIB-CA-05, SOJ-CA-07, 31OCT-CA-08, VIV-CA-09, HUA-CA-10 y RIN-CA-01 con los ECA para aire (DS N.º 003-2008-MINAM) 25 µg/m<sup>3</sup>



### 7.1.4 Concentraciones de gases

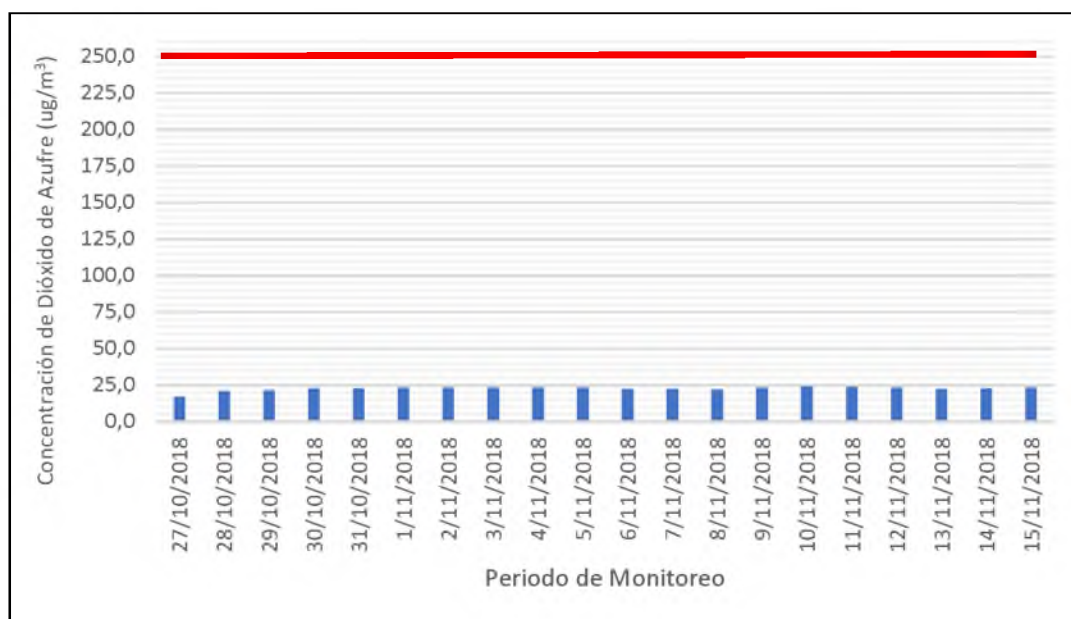
La Tabla 7-5 presenta el resumen de los registros obtenidos del 27 de octubre al 16 de noviembre en el punto de monitoreo VIV-CA-09. En esta se puede ver la media, la desviación estándar y el rango por punto de monitoreo y parámetro obtenido de manera automática.

**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>)

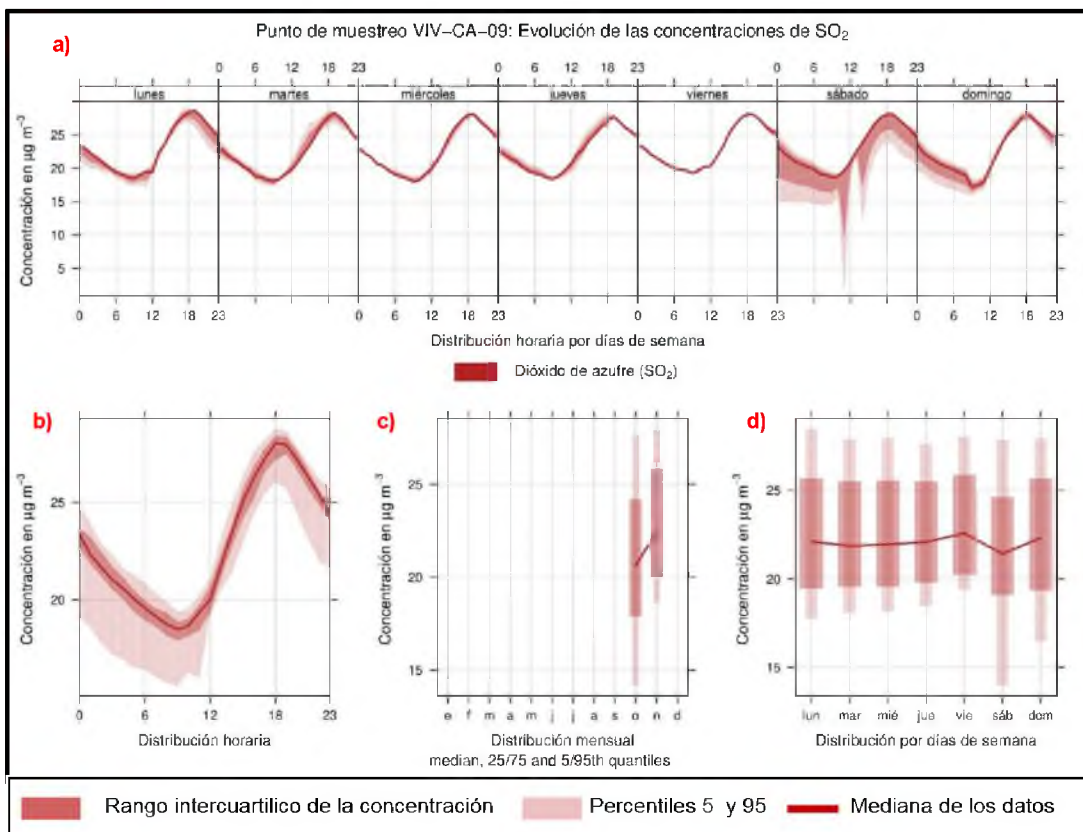
En la Figura 7-4 se presentan los resultados de la concentración en aire de SO<sub>2</sub>, obtenidos del 27 de octubre al 15 de noviembre de 2018, en el punto de monitoreo VIV-CA-09. En esta figura se puede observar que ninguna concentración promedio de SO<sub>2</sub> excedió los ECA para aire (250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



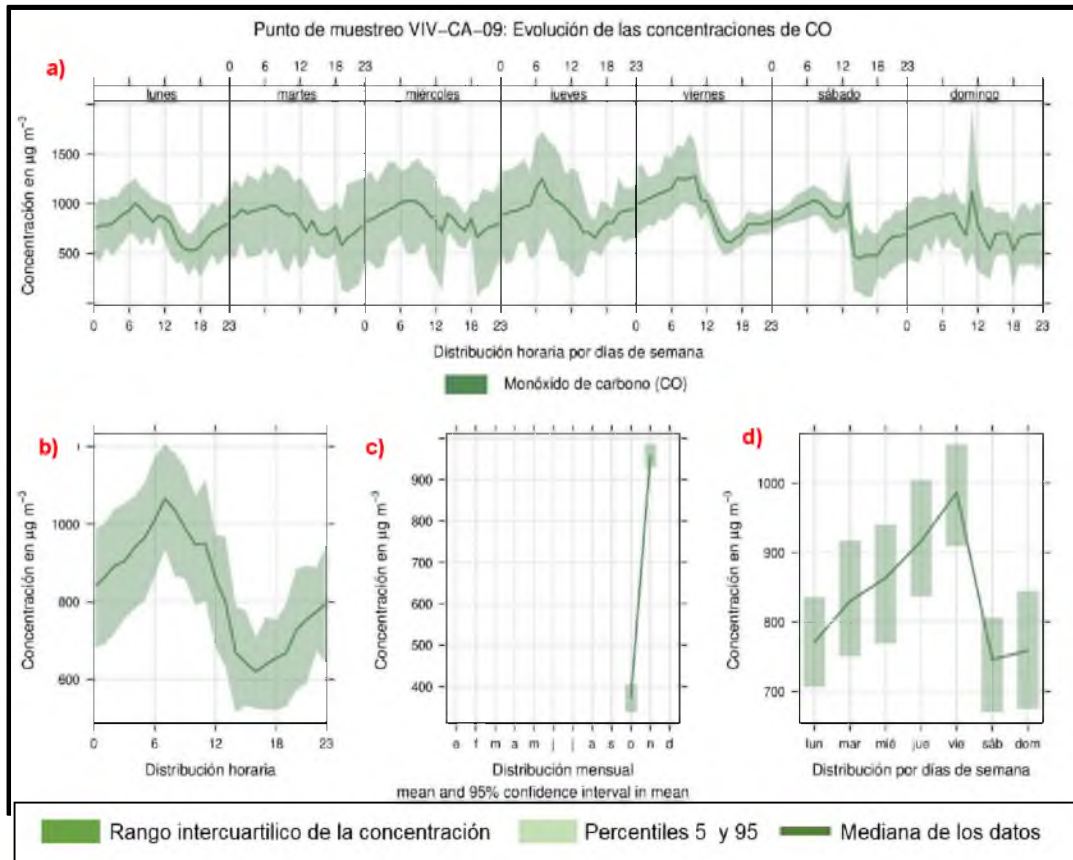
**Figura 7-5.** Resumen de las concentraciones de SO<sub>2</sub> promedio de los datos obtenidos en el punto VIV-CA-09. a) Resumen de la concentración promedio por días. b) Resumen de la concentración promedio por horas. c) Resumen de la concentración promedio de los meses de octubre y noviembre. d)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

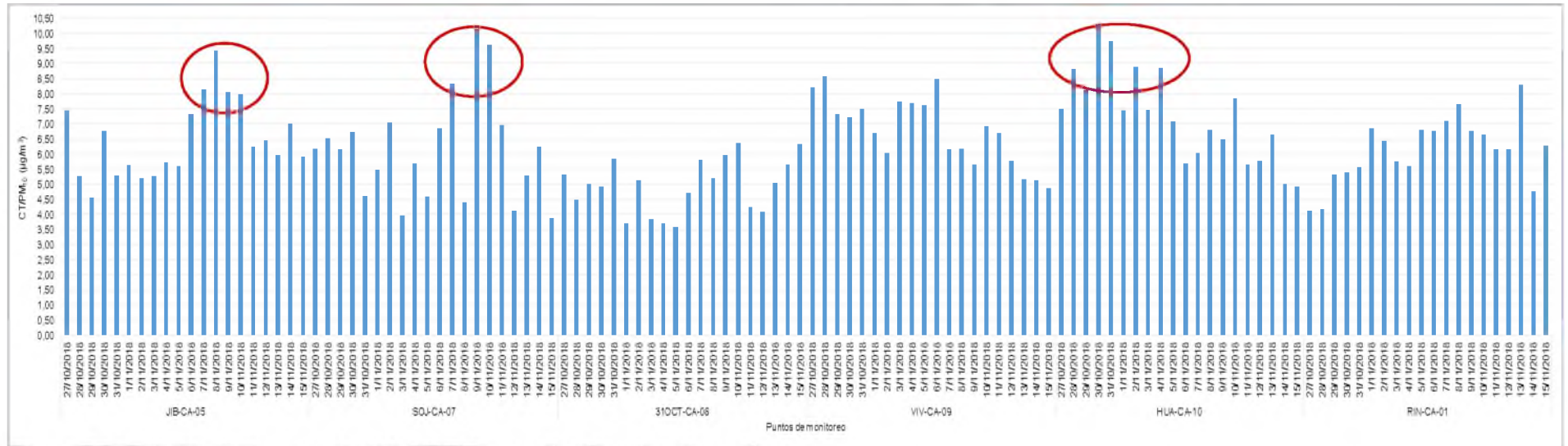


Figura 7-7. Relación de la concentración CT/PM<sub>10</sub> para los 6 puntos de monitoreo

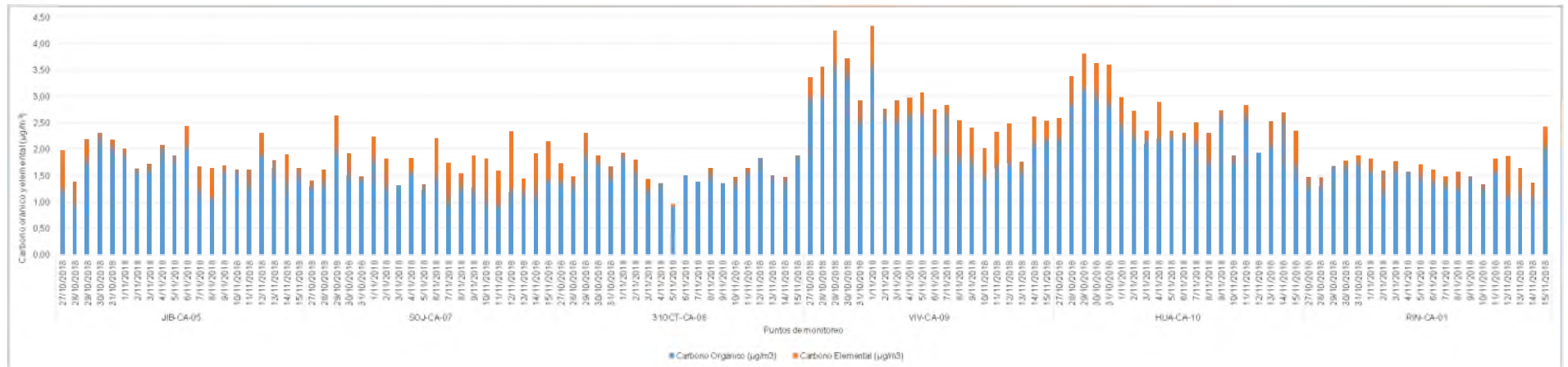


Figura 7-8. Concentración de carbono orgánico y elemental para los 6 puntos de monitoreo



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.



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

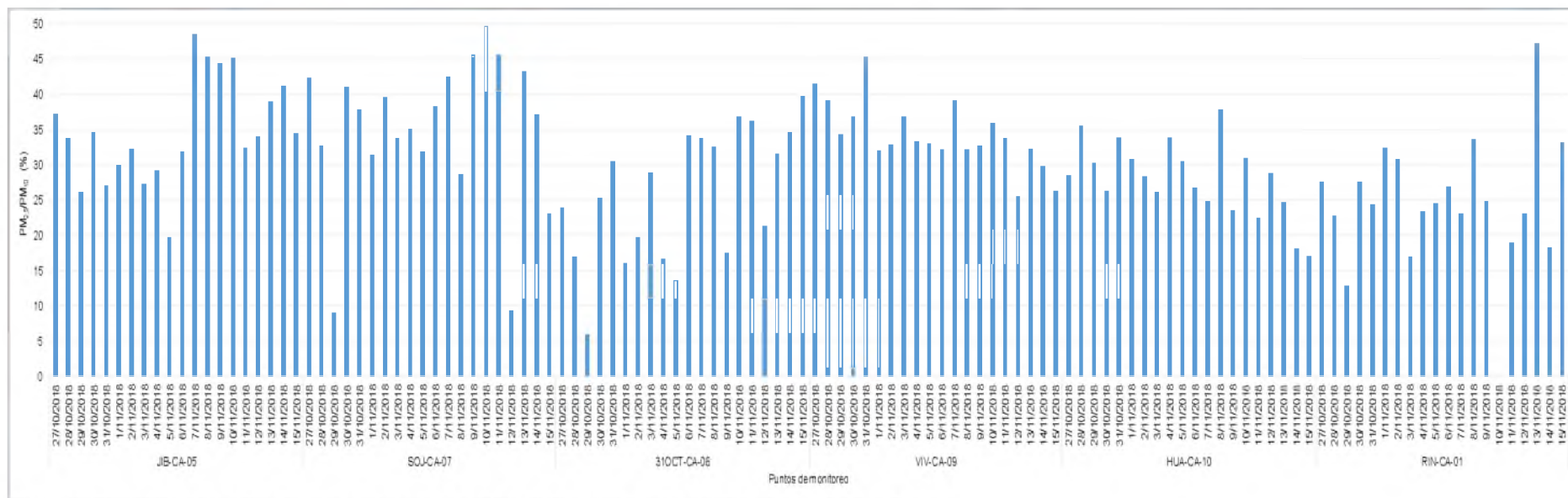


Figura 7-9. Relación entre la concentración de PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> (%) para los 6 puntos de monitoreo



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.





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

**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.



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

- 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<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 máxima de 2,225 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 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 119,8 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017), fue de 69,8 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 118,6 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 68,6 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 116,8 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 66,8 µg/m<sup>3</sup>, 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2001) fue de 106,9 µg/m<sup>3</sup> 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<sub>10</sub> (según los ECA para aire 2017) fue de 56,9 µg/m<sup>3</sup>, 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.



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

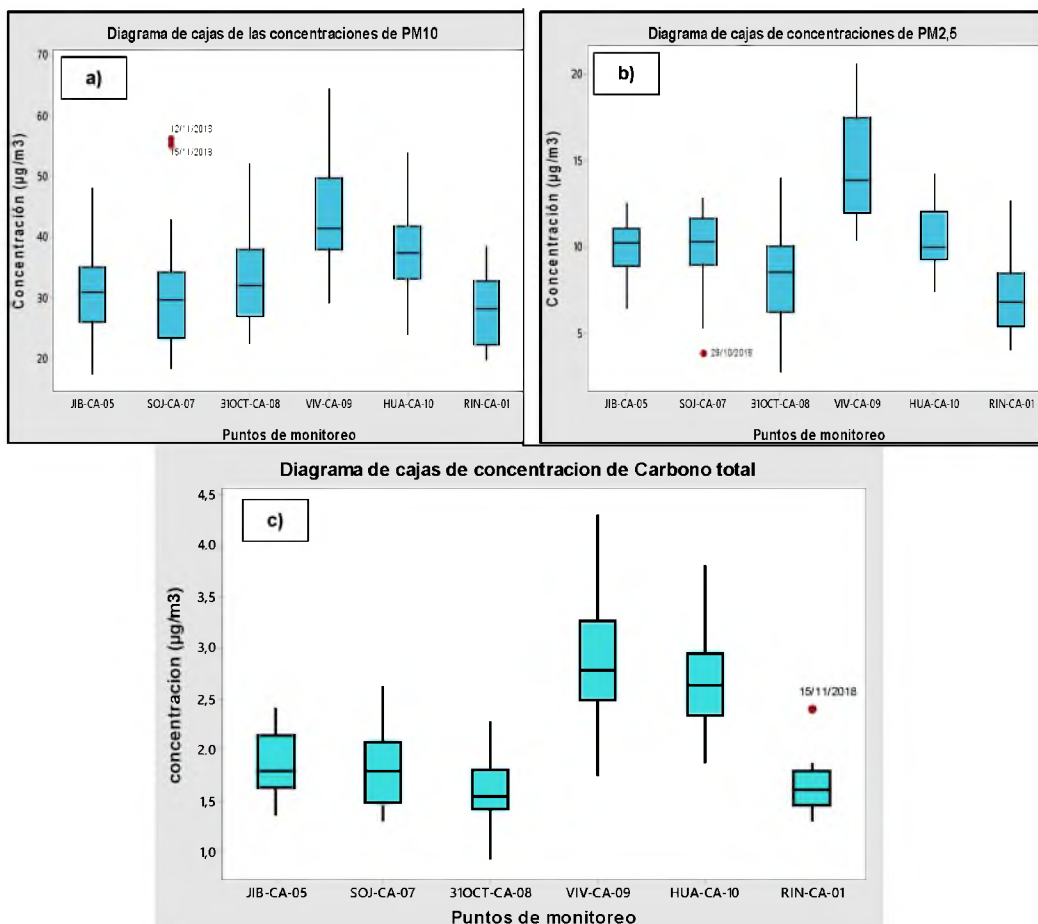
En las secciones posteriores se detallan las discusiones referentes a los resultados de calidad de aire y su análisis de la información obtenida en el ámbito de influencia de Agroaurora S.A.C.

### 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).



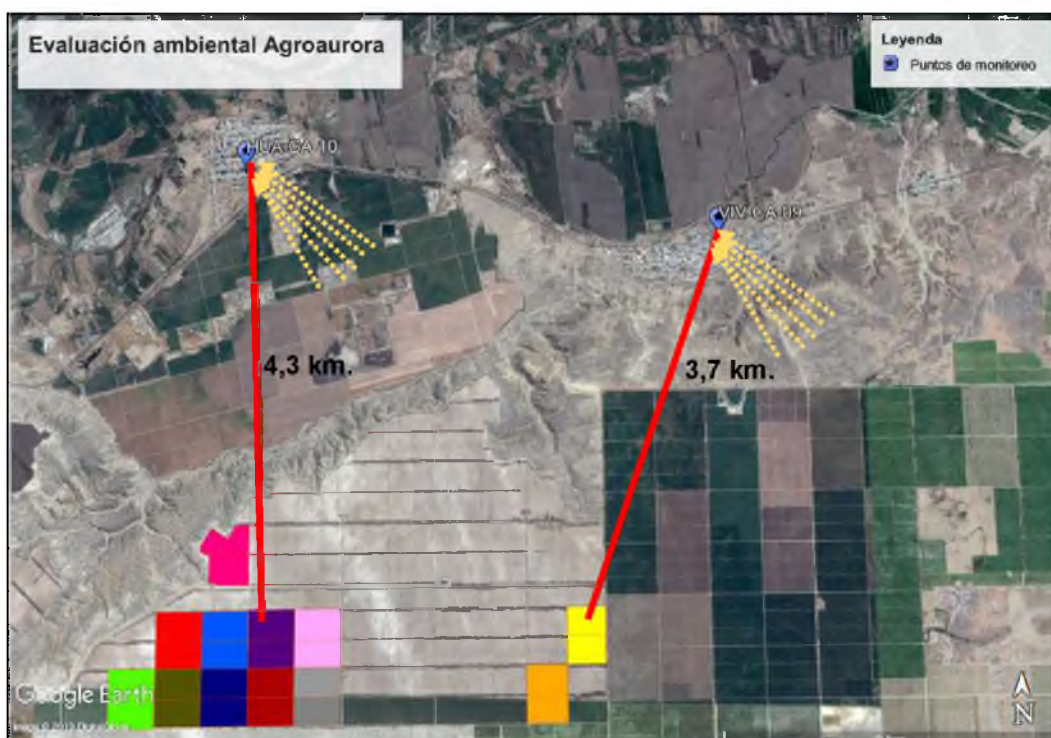
**Figura 8-2.** Rosa de vientos del punto SOJ-CA-07, registrada el 12 y 15 de noviembre de 2018



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

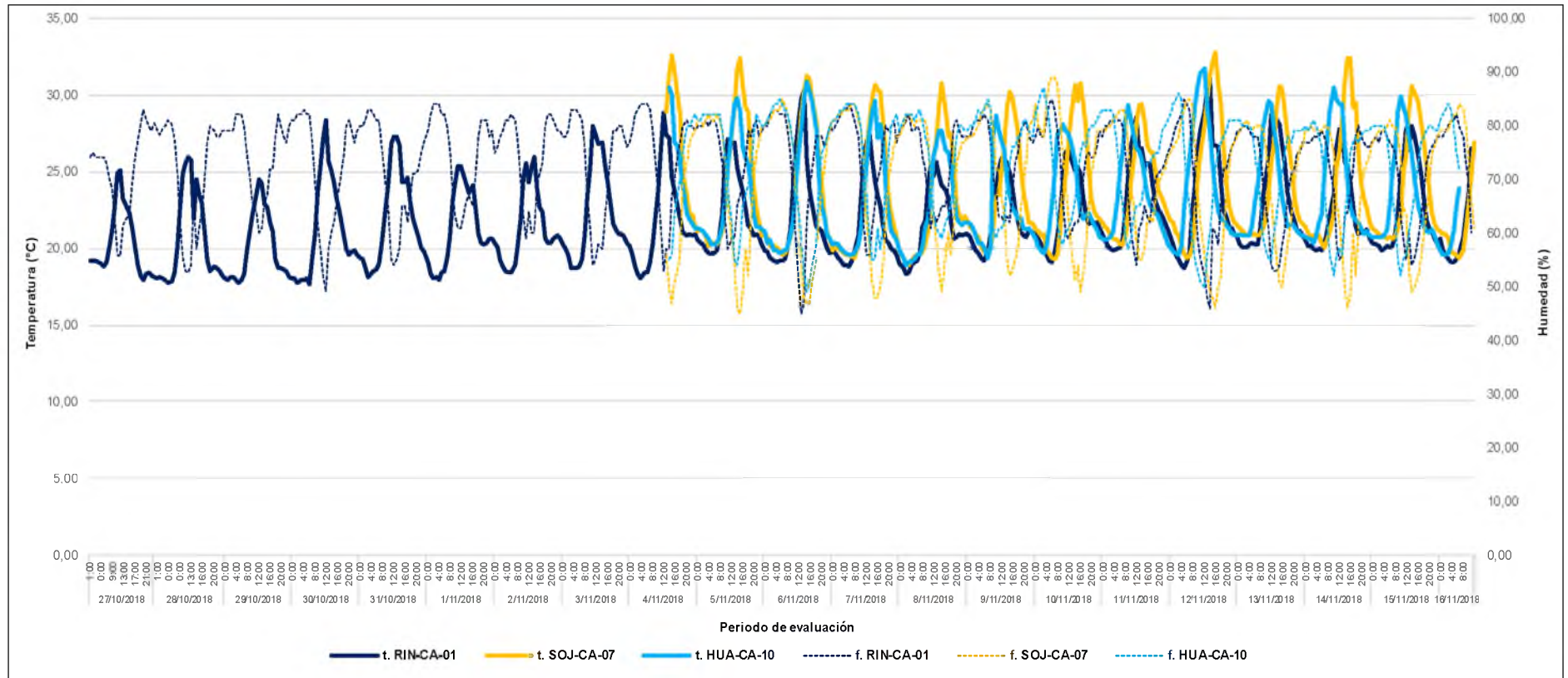


Figura 8-5. Registros de temperatura y humedad en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



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

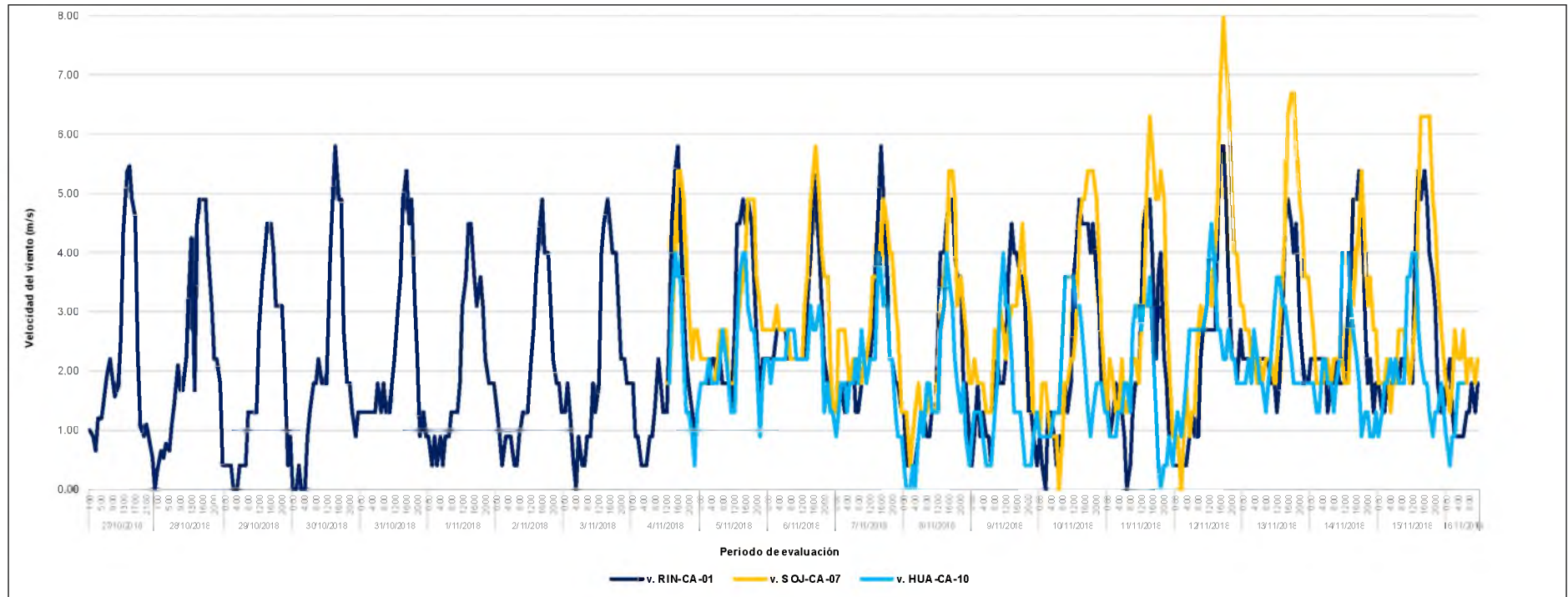


Figura 8-6. Registros de velocidades del viento (m/s) en los puntos RIN-CA-01, SOJ-CA-07 y HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



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

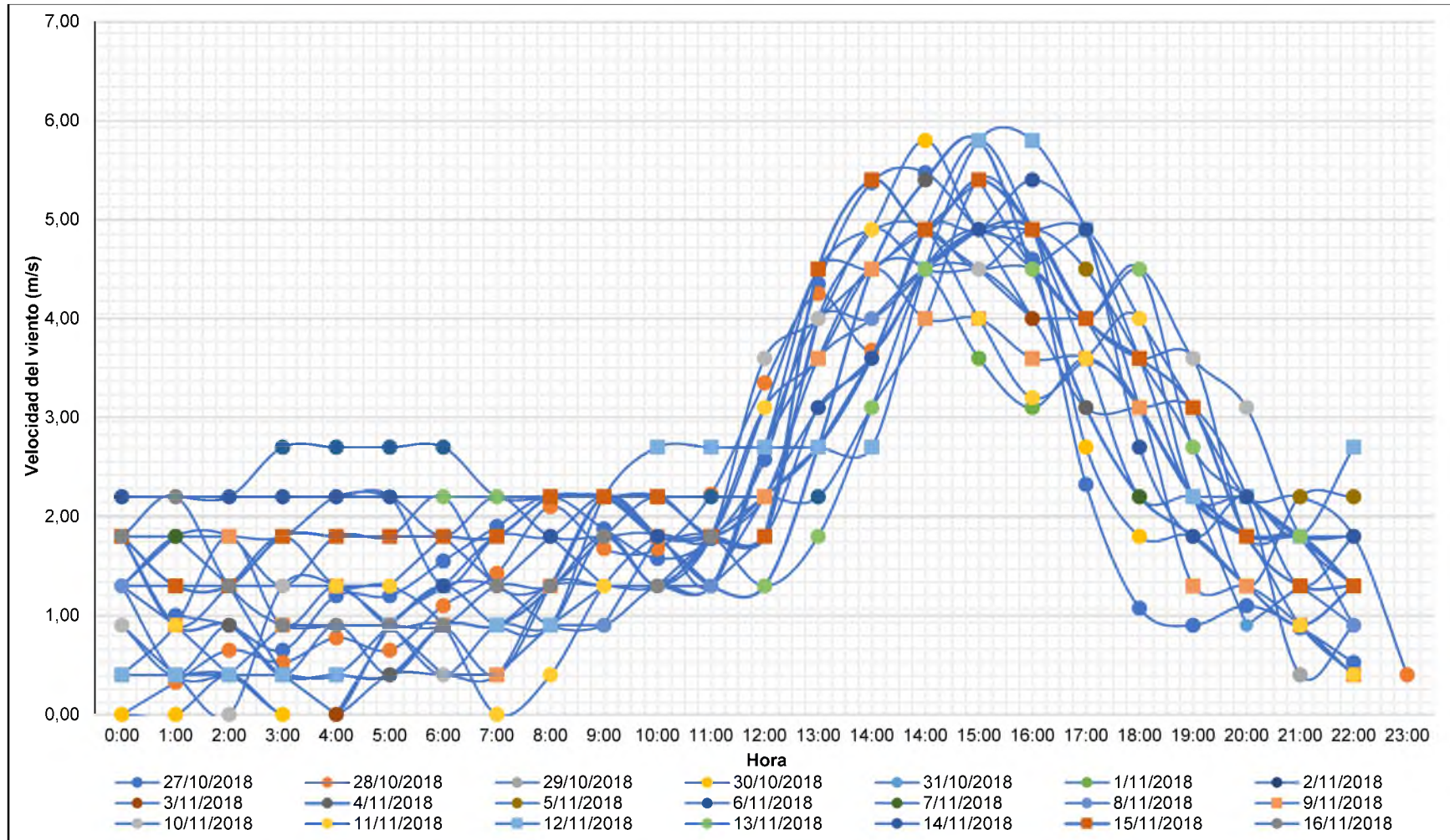


Figura 8-7. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto RIN-CA-01 para el periodo de evaluación



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

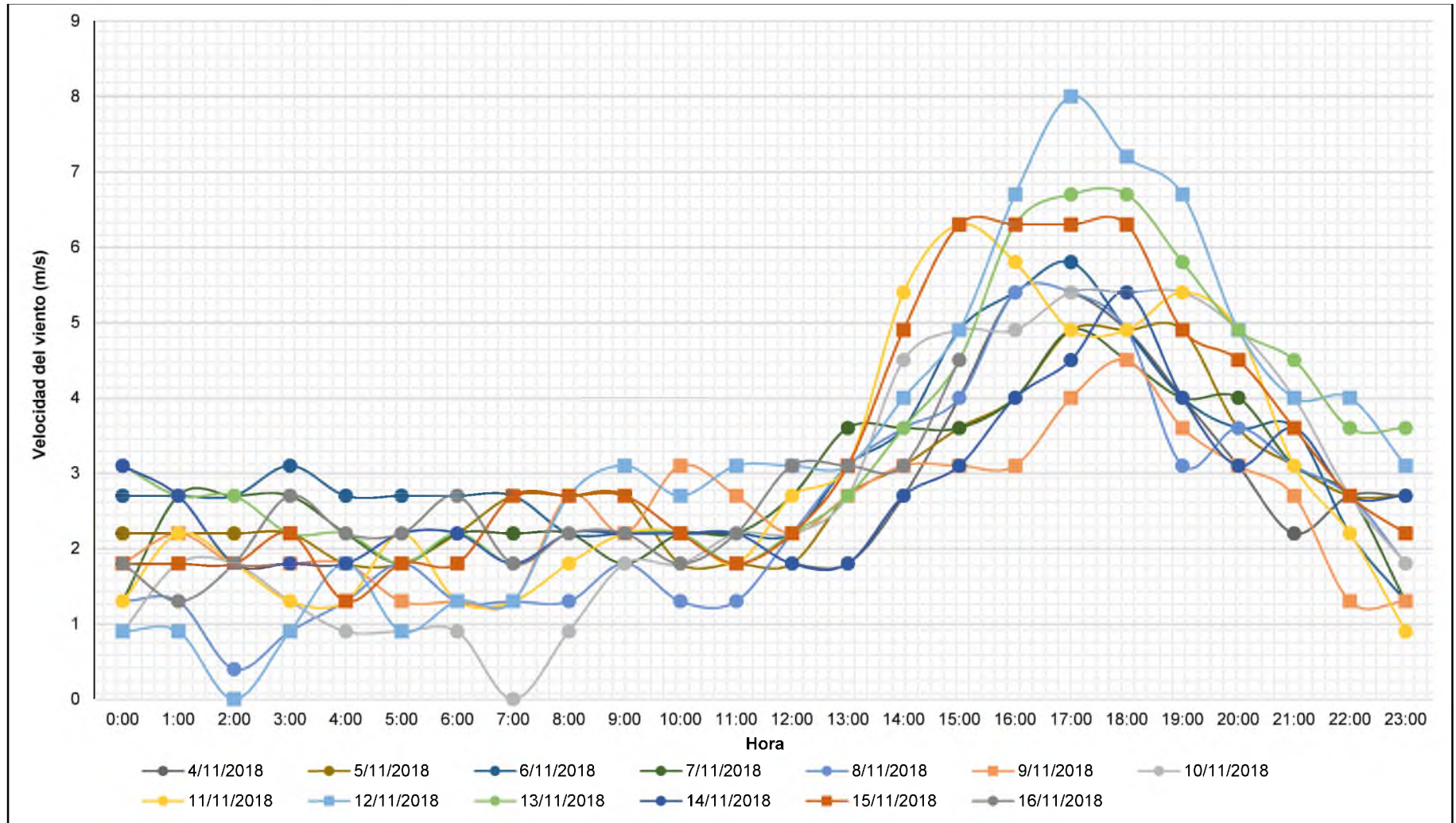


Figura 8-8. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto SOJ-CA-07 para el periodo de evaluación



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

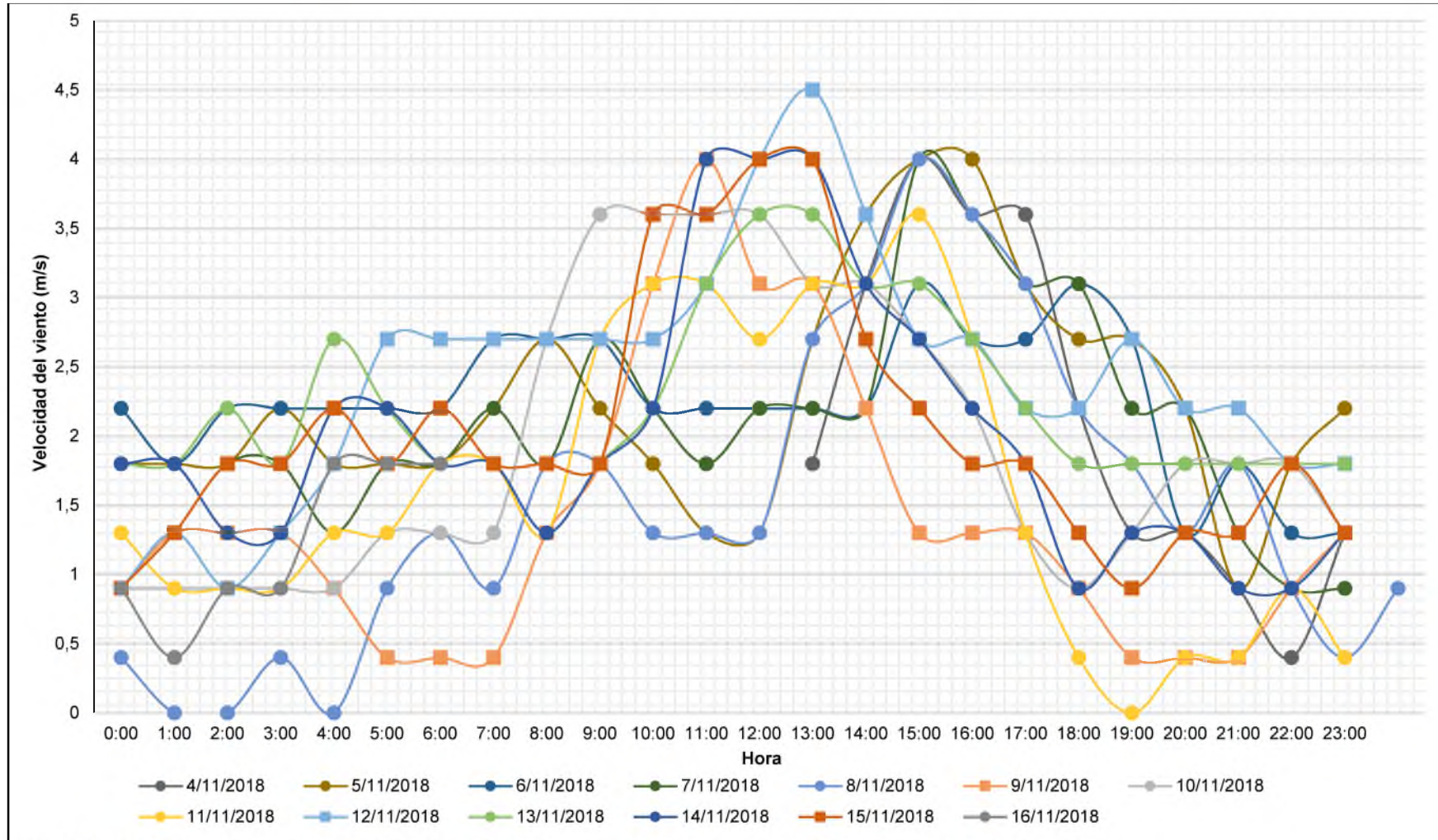


Figura 8-9. Registros de velocidades del viento (m/s) horarios en el punto HUA-CA-10 para el periodo de evaluación



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 EIA<sub>sd</sub> – 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 EIA <sub>sd</sub>	HUA-CA-10	VIV-CA-09	RIN-CA-01	31OCT-CA-08	JIB-CA-05	SOJ-CA-07	Promedio - 6 puntos	Según EIA <sub>sd</sub>
Condiciones de entrada	Distancia mínima según ECA de IGA (m)								Distancia mínima según ECA 2017 (m)							
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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
EIA <sub>sd</sub> : 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  $\mu g/m^3$ , 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  $\mu g/m^3$  para  $PM_{10}$  y 10  $\mu g/m^3$  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 Aermoc 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 Quemadas 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