



UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
**SEK**  
SER MEJORES

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
FACULTAD DE CIENCIAS NATUALES Y AMBIENTALES  
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

***DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA  
PROCESADORA DE PULPA DE FRUTA, PROVINCIA DE PICHINCHA, ECUADOR,  
BASADO EN EL ACUERDO MINISTERIAL 097-A/2015 DEL MINISTERIO DEL  
AMBIENTE (MAE, 2015)***

---

**REALIZADO POR:**

**Ing. Jorge Vladimr Pillajo Narvárez M.Sc.**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Eduardo Alexis Lobo Alcayaga Ph. D.**

**Como requisito para la obtención del título de:**

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

# Introducción

- ✓ Planta de estudio
- ✓ Agroindustrial produce pulpa de fruta congelada.
- ✓ Pequeña empresa: 30 trabajadores
- ✓ Superficie: 450 m<sup>2</sup>
- ✓ Ubicación: Rumiñahui, Pichincha, Ecuador
- ✓ Kg pulpa/ año: 649689 Aprx
- ✓ Kg desechos/ año: 104457 Aprx.
- ✓ La presente investigación tiene como propósito analizar el desempeño ambiental del proceso productivo
- ✓ Monitores descargas de efluentes líquidos, emisiones de gases a la atmósfera, emisiones de ruido, desechos peligrosos y/o especiales y residuos sólidos no peligrosos.
- ✓ Normativa legal vigente en Ecuador. - AM 097-A/ 2015
- ✓ Evaluar si producen potenciales impactos ambientales
- ✓ Generar programas de gestión ambiental.
- ✓ Disminución y/o eliminación de los impactos ambientales.
- ✓ Producen los procesos productivos.
- ✓ Evitando daños a la flora, fauna, agua y aire del sector.



# Objetivos

## OBJETIVO GENERAL:

- Verificar el desempeño ambiental del proceso productivo de una empresa procesadora de pulpa, mediante el análisis de resultados de descargas de efluentes líquidos, gestión de desecho peligrosos y/o especiales, residuos sólidos no peligrosos, emisión de gases a la atmósfera y emisiones de ruido, a fin de identificarlos, prevenirlos, mitigarlos y controlarlos, cumpliendo con el Acuerdo Ministerial 097-A/2015 del Ministerio del Ambiente (MAE, 2015)

### Objetivo Especifico 1:

Identificar los procesos productivos de la empresa procesadora de pulpa de fruta y determinar la naturaleza de las emisiones, efluentes y residuos que se generan.

### Objetivo Especifico 2:

Evaluar la situación medioambiental de los resultados de las descargas de efluentes líquidos, gestión de desechos peligrosos y/o especiales, residuos sólidos no peligrosos, emisiones de gases a la atmósfera y emisiones de ruido.

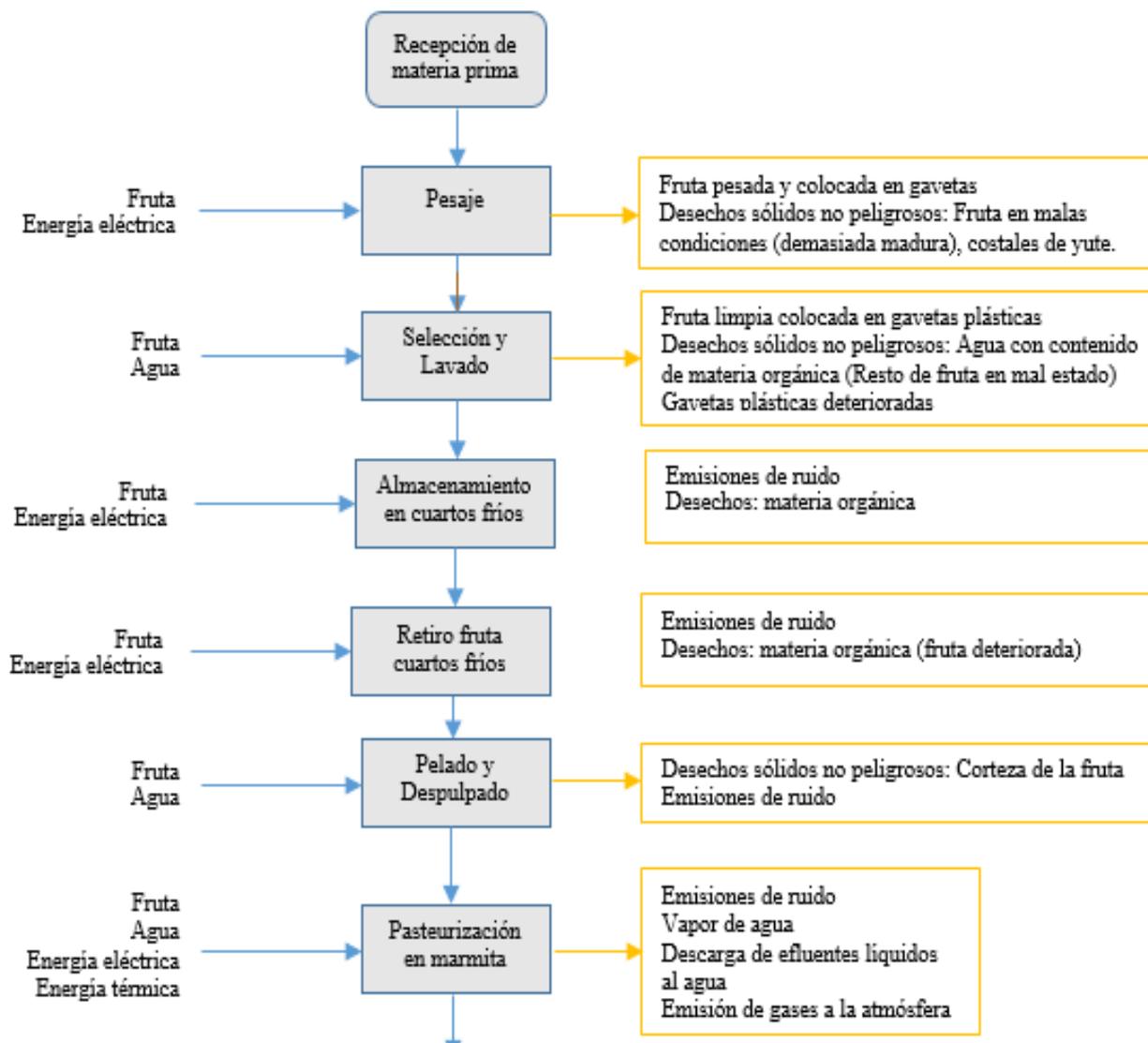
### Objetivo Especifico 3:

Proponer medidas de control, considerando criterios técnicos para prevenir, mitigar o controlar los impactos ambientales que pueda causar, o que actualmente estén causando, el proceso productivo de la empresa.

# Material y Métodos

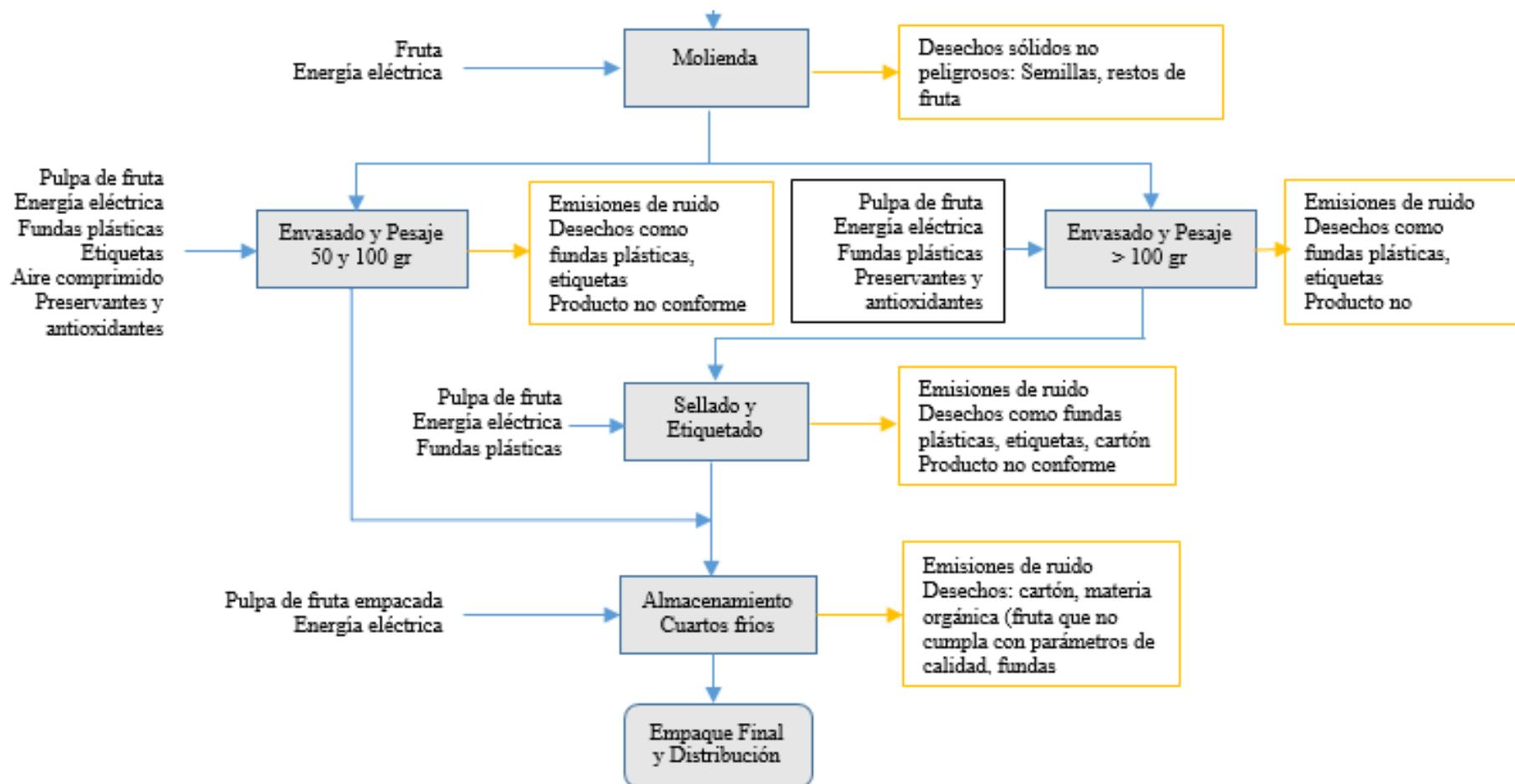
## PROCESO PRODUCTIVO:

Figura 1. Diagrama de flujo proceso productivo.



# Material y Métodos

Figura 1. Continuación.



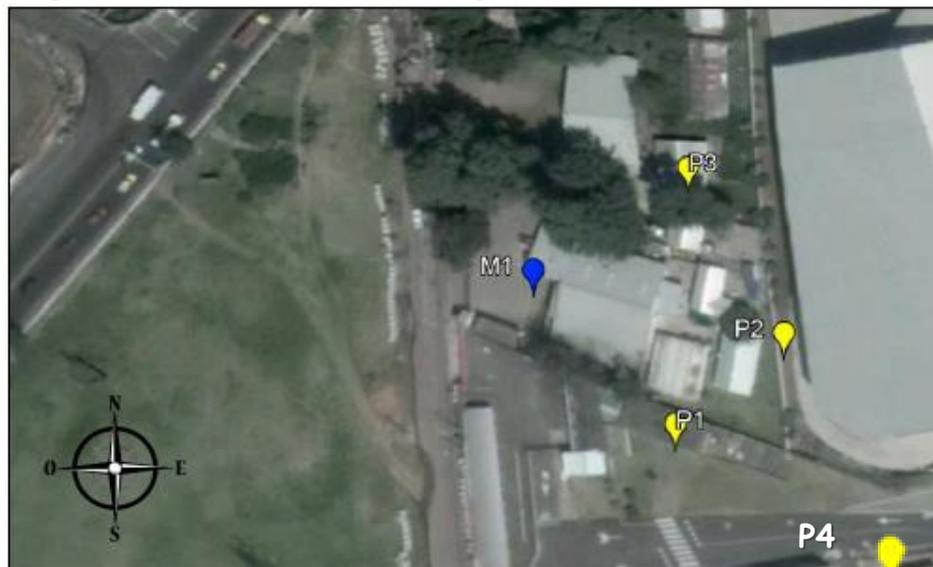
# Material y Métodos

## DISEÑO MUESTRAL

### Puntos de muestreo



Figura 2: Localización de los puntos de muestreo (2019).



Escala: 1:50000

Tabla 1. Áreas de monitoreo de los puntos de ruido

EMPRESA PROCESADORA DE PULPA DE FRUTA				
Punto	Matriz	Nombre	Zona UTM	Coordenadas WGS 84
M1	Agua residual	Descarga final	17 M	0781756 9960325
P1	Ruido ambiental Diurno/nocturno	Área caldero/motor Cuarto frío/ventilador	17 M	0781783 9960293
P2	Ruido ambiental Diurno/nocturno	Área cisternas/contenedores	17 M	0781806 9960312
P3	Ruido ambiental Diurno/nocturno	Área compresores	17 M	0781789 9960348
P4	Ruido ambiental Diurno/nocturno	Límite Planta Industrial Chaide y Chaide	17 M	-



# ► Material y Métodos

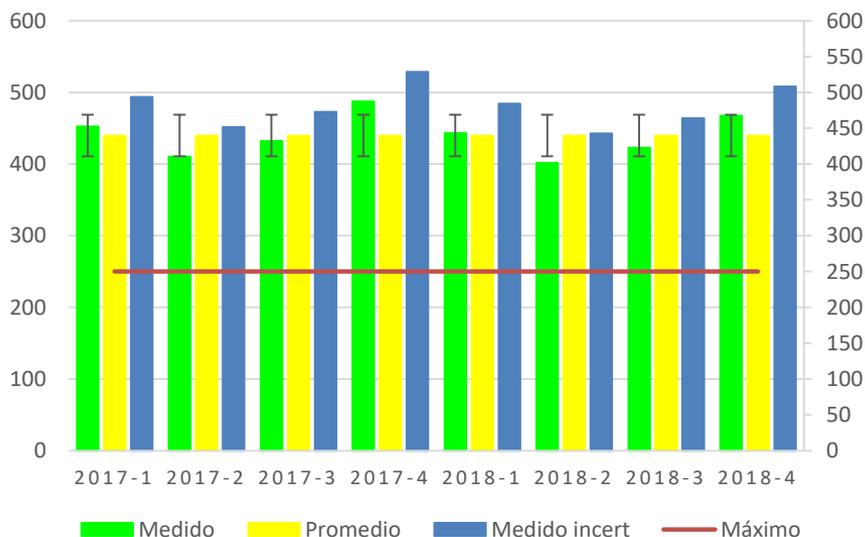
Tipo de monitoreo	Serie temporal	Tamaño muestra	Puntos	Parámetros muestreados	Método de ensayo	Procedimiento para muestreo
Descarga de efluentes líquidos	2017 a 2019	3 años	M1	Aceites y grasas	APHA 5520 B,	Norma técnica para control de descargas líquidas NT 002, NTE INEN 2176:2013. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo
				Caudal	volumétrico	
				Cloruros	APHA 4500 CI B	
				DBO	APHA 5210 B	
				DQO	APHA 5220 C	
				Fenoles	APHA 5530 C	
				pH	APHA 4500 H+B	
				Sólidos suspendidos totales	APHA 2540 D	
				Sulfatos	APHA 4500 SO <sub>4</sub> E	
Tensoactivos	APHA 5540 C					
Emisiones de ruido	2017 a 2019	3 años	P1 - P4	Lkeq: diurno - nocturno	Mediciones: 15 s (5 muestras) 5 s (10 muestras) Diferencia ≤ 4 dB.	ISO 1996, pt.2. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Norma técnica para la contaminación ambiental por ruido NT003, AM 097-A, Anexo 5.
Emisión de gases			16 puntos	CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , MP	MP: Isocinetismo	AM 097-A, Anexo 2, Norma técnica para emisiones a la atmósfera de fuentes fijas NT001.
Desechos peligrosos y especiales			Mensual	Kg pulpa, Kg desechos, cumplimiento legal	AM 061	AM 061, Reforma Libro VI TULSMA, Sección I: Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos,
Desechos sólidos no peligrosos			Anual	Cumplimiento legal	AM 061	Sección II: Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales,

# Resultados y Discusión

## Descarga efluentes líquidos

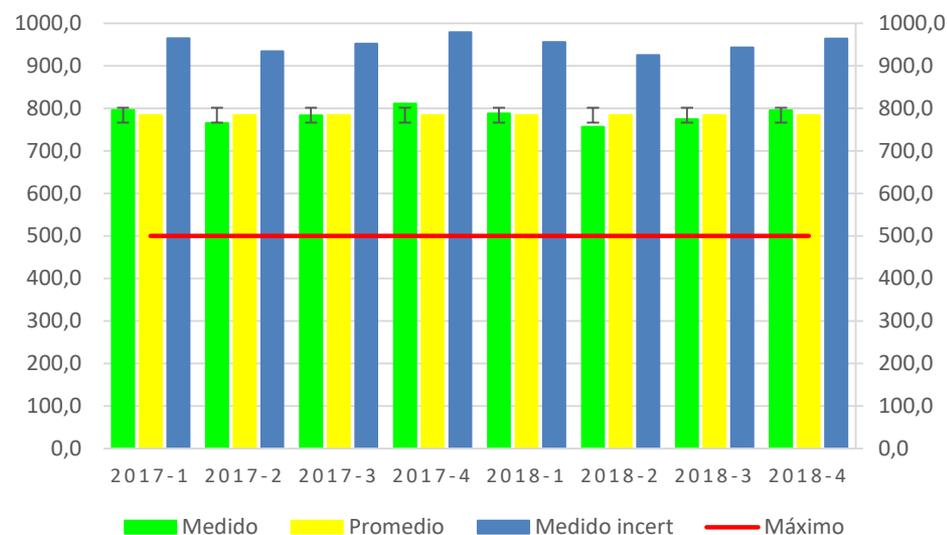
Resultados de monitoreos de descarga de efluentes líquidos en los años 2017 a 2018 demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

Incertidumbre del método:  $\pm 41,04 \text{ mg L}^{-1}$



Resultados de monitoreos de descarga de efluentes líquidos en los años 2017 a 2018 demanda química de oxígeno (DQO).

Incertidumbre del método:  $\pm 168,53 \text{ mg L}^{-1}$



En los resultados de los monitoreos realizados en los años 2017 a 2018 se observa que las concentraciones más elevadas se presentan en la DBO y DQO, con  $439,6 \pm 29,0 \text{ mg L}^{-1}$  ( $CV = 6,6 \%$ ),  $783,7 \pm 17,6 \text{ mg L}^{-1}$  ( $CV = 2,2 \%$ ) y una incertidumbre del método de medición de  $\pm 41,04$  y  $\pm 168,43$ , respectivamente.

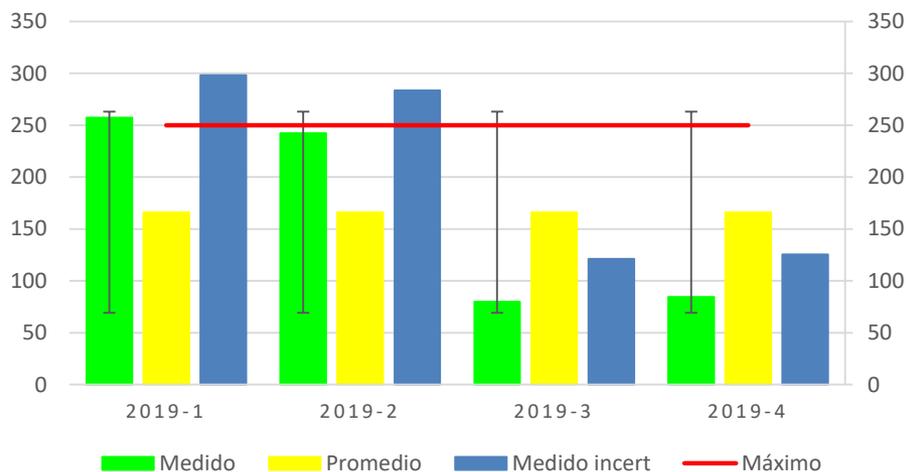
Valores más altos que los establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 1 norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes recurso agua (MAE, 2015), que son:  $250,0 \text{ mg L}^{-1}$  para DBO y  $500 \text{ mg L}^{-1}$  para DQO.

# Resultados y Discusión

## Descarga efluentes líquidos

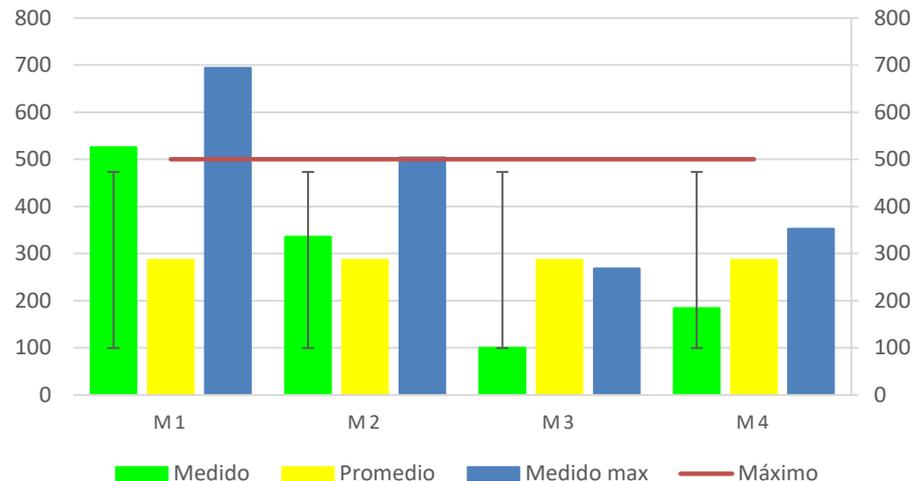
Resultados de monitoreos de descarga de efluentes líquidos del año 2019. demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Incertidumbre del método:  $\pm 41,04 \text{ mg L}^{-1}$



Resultados de monitoreos de descarga de efluentes líquidos del año 2019. demanda química de oxígeno (DQO)

Incertidumbre del método:  $\pm 168,53 \text{ mg L}^{-1}$



Los resultados del monitoreo en 2019 indican que las concentraciones de DBO y DQO fueron de  $166,1 \pm 97,0 \text{ mg L}^{-1}$  (Coeficiente de Variación - CV = 58,4 %), y  $286,6 \pm 187,0 \text{ mg L}^{-1}$  (CV = 65,2 %) y una incertidumbre del método de  $\pm 41,04$  y  $\pm 168,43$  respectivamente. De forma general se observa que en el 2019 tanto la DBO como la DQO cumplen con los límites máximos establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 1 (MAE, 2015)

Existe una  $\uparrow$  variabilidad en los datos, reflejada en los  $\uparrow$  valores del CV, 58,4% y 65,2%, respectivamente. Esta variación se explica considerando que el monitoreo del 3er y 4to trimestre del 2019 se realizó luego de implementarse una reingeniería en el proceso de recepción de fruta.

## ► Resultados y Discusión

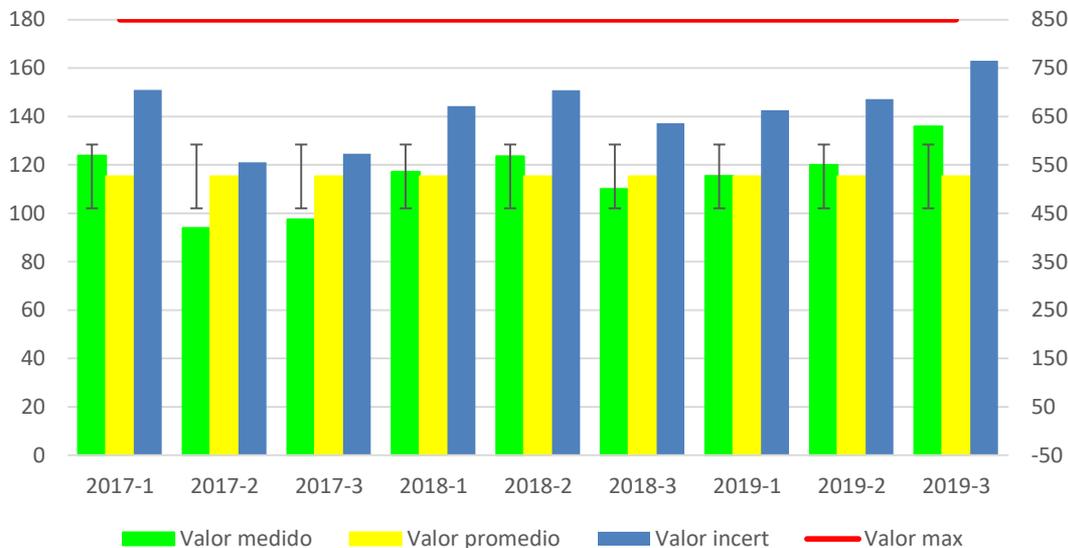
- Según Mayari et al (2005), la **DBO es un buen indicador del nivel de contaminación de las aguas**, por lo que ofrece una medida de la fortaleza contaminante de los distintos residuales. Según Soria et al (2001), también la DQO es uno de los parámetros más utilizados para medir el potencial contaminante de las aguas residuales
- Según Alcarraz & Inche (2010), en un estudio realizado en una planta procesadora de frutas existe crecimiento preocupante en los niveles de contaminación ambiental de los ecosistemas aledaños, **debido a la descarga de sus efluentes industriales sin tratamiento previo ni control adecuado de las autoridades correspondientes.**
- Al analizar la carga contaminante de DBO y DQO se puede concluir que en promedio en los años 2017 y 2018 se depositaron al sistema de alcantarillado  **$17,4 \pm 2,0$  (CV = 12,5%) Kg d<sup>-1</sup> de DBO y  $31,0 \pm 2,2$  (CV = 7%) Kg d<sup>-1</sup> de DQO** por jornada de trabajo de 10 horas. Mientras que para el año 2019 se depositaron al sistema de alcantarillado  **$15,5 \pm 0,2$  (CV = 12,5%) Kg d<sup>-1</sup> de DBO y  $27,4 \pm 1,1$  (CV = 31,4%) Kg d<sup>-1</sup> de DQO** por jornada de trabajo de 10 horas, **observándose una disminución de la carga contaminante del 11 % para DBO y 12% para DQO**, esto debido a las acciones implementadas como son la reducción de los tiempos en el proceso de recepción y almacenamiento primario de la fruta

# Resultados y Discusión

## Emisiones a la atmósfera

Resultado del monitoreo de óxidos de nitrógeno (NOx) entre los años 2017 al 2019.

Incertidumbre del método:  $\pm 27,2 \text{ mg Nm}^{-3}$



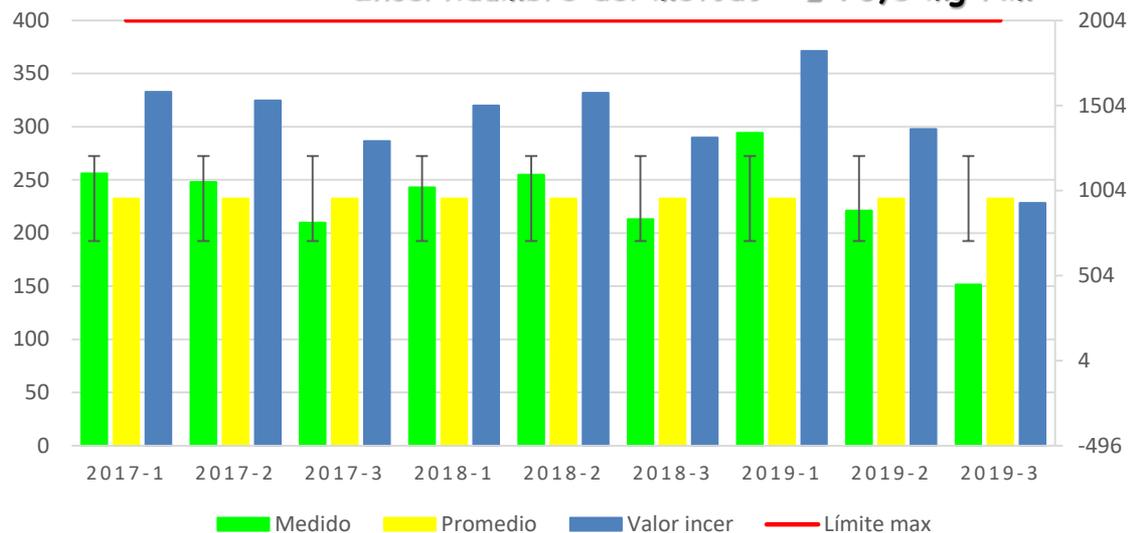
Los resultados de los monitoreos del 2017 - 2019, presentan valores promedios para NOx de  $148,3 \pm 107,4 \text{ mg Nm}^{-3}$  (CV = 72,4%) Valores que tomando en cuenta la incertidumbre del método cumplen con los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas (MAE, 2015).

Resultado del monitoreo de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) entre los años 2017 al 2019

Incertidumbre del método:  $\pm 76,8 \text{ mg Nm}^{-3}$

Los resultados de los monitoreos del 2017 - 2019, presentan valores promedios para SO<sub>2</sub> de  $212,0 \pm 80,0 \text{ mg Nm}^{-3}$  (CV = 37,7%).

Valores que tomando en cuenta la incertidumbre del método cumplen con los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas (MAE, 2015).



# Resultados y Discusión

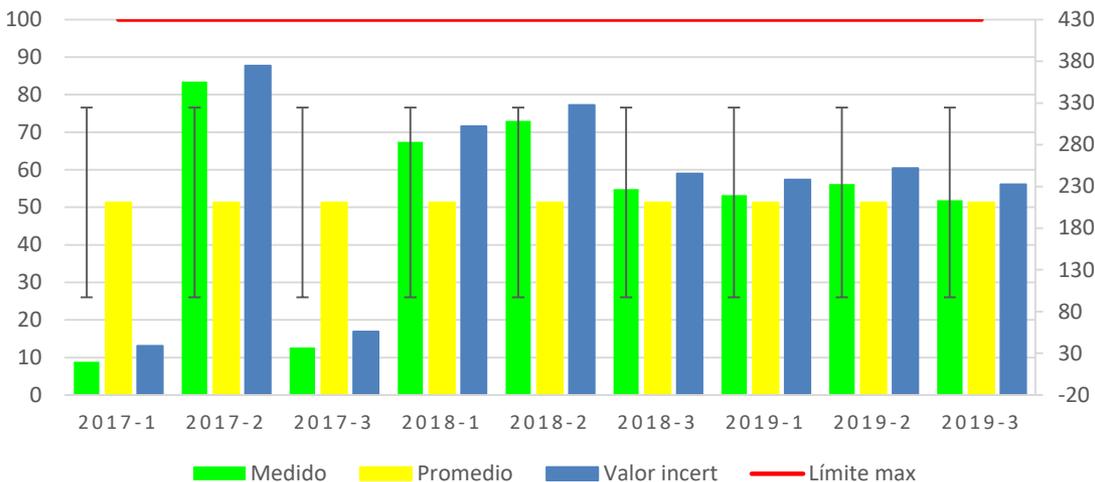
## Emisiones a la atmósfera

Resultado del monitoreo de material particulado entre los años 2017 al 2019.

Incertidumbre del método:  $\pm 4,2 \text{ mg Nm}^{-3}$

Los resultados de los monitoreos del 2017 - 2019, presentan valores promedios para MP de  $51,3 \pm 25,2 \text{ mg Nm}^{-3}$  (CV = 49,2%)

Valores que tomando en cuenta la incertidumbre del método cumplen con los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas (MAE, 2015).

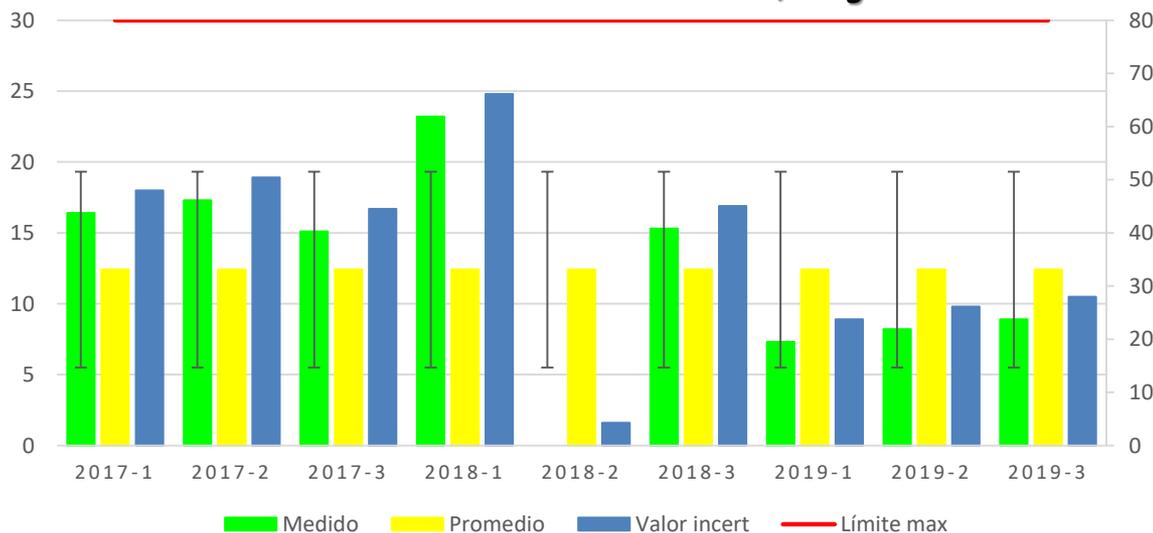


Resultado de monitoreo de monóxido de carbono (CO) entre los años 2017 al 2019

Incertidumbre del método:  $\pm 1,6 \text{ mg Nm}^{-3}$

Los resultados de los monitoreos del 2017 - 2019, presentan valores promedios para CO de  $14,0 \pm 5,5 \text{ mg Nm}^{-3}$  (CV = 39,1%).

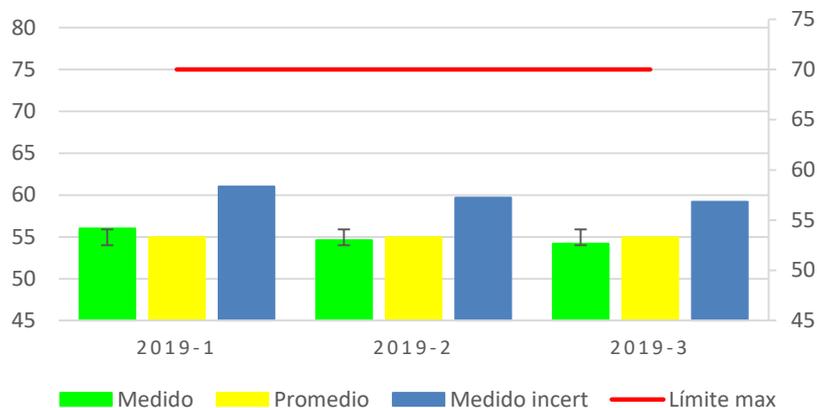
Valores que tomando en cuenta la incertidumbre del método cumplen con los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas (MAE, 2015).



# Resultados y discusión - Emisiones de ruido

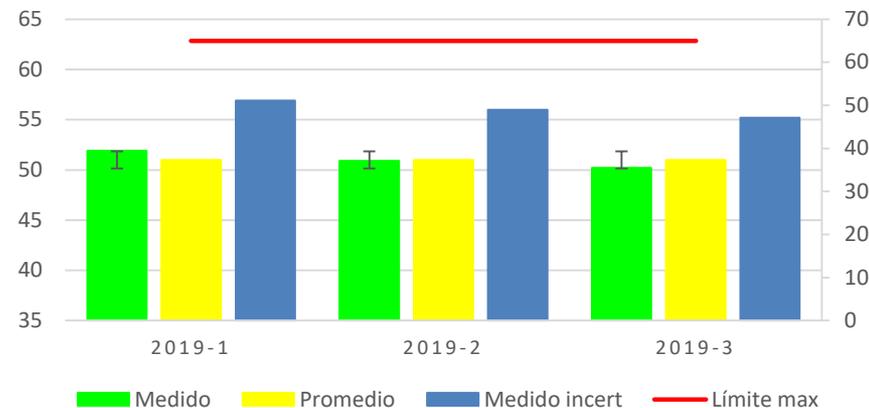
Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario diurno P4 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente.

Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB



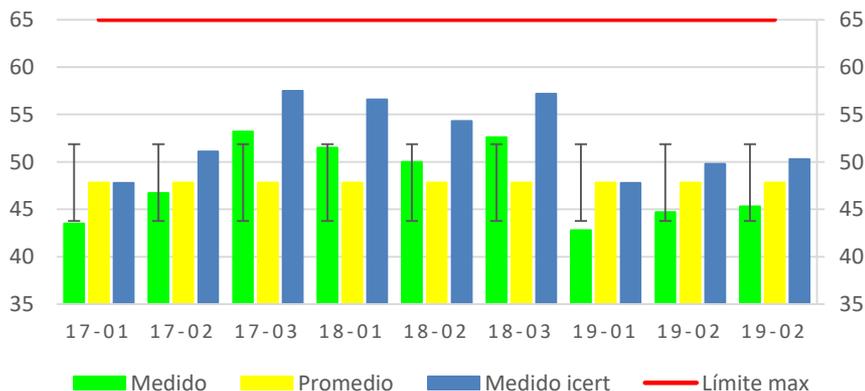
Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario nocturno P4 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente.

Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB



Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario nocturno P3 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente

Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB

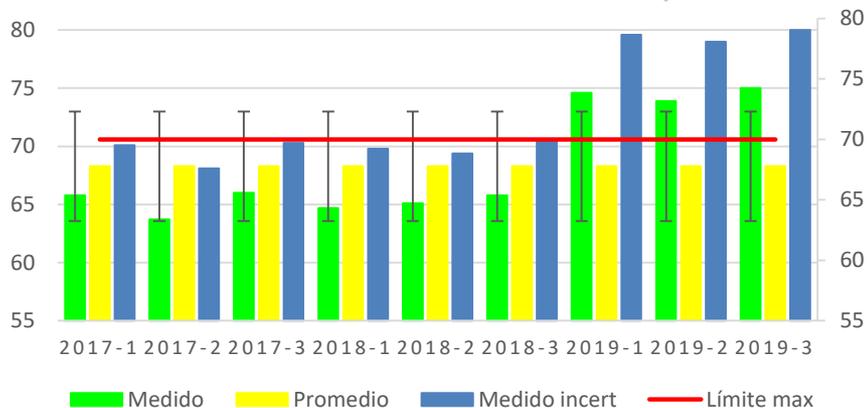


Al analizar los resultados de los monitoreos de ruido de 2017 a 2019 en horario diurno y nocturno, se observó que el punto 4 presenta valores promedio de  $54,9 \pm 5,0$  dB ( $CV = 1,7\%$ ) y  $51,0 \pm 5,0$  dB ( $CV = 1,7\%$ ) respectivamente; el punto 3 en horario nocturno presenta valores promedio de  $47,8 \pm 4,1$  ( $CV = 8,5\%$ ), valores que no superan los niveles máximos de ruido para fuentes fijas igual a 70 y 65 dB respectivamente.

# Resultados y Discusión

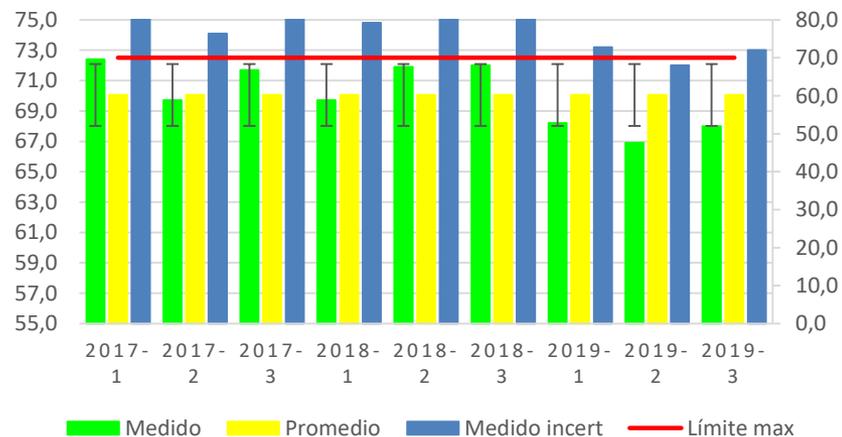
Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario diurno P1 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente

Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB



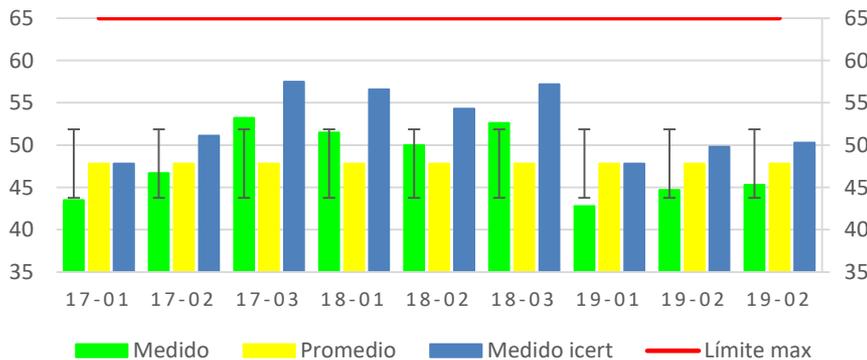
Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario diurno P2, entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente

Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB



Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario diurno P3 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente

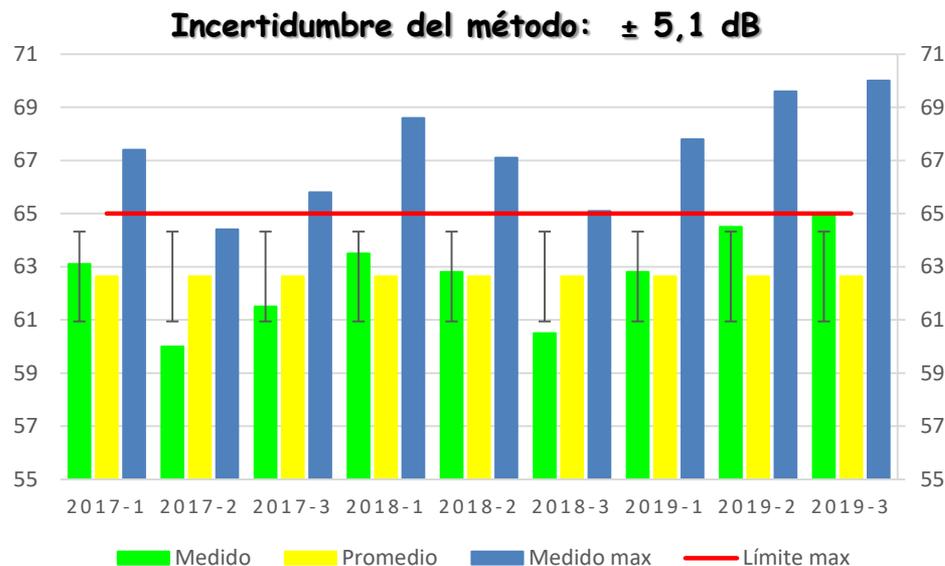
Incertidumbre del método:  $\pm 5,1$  dB



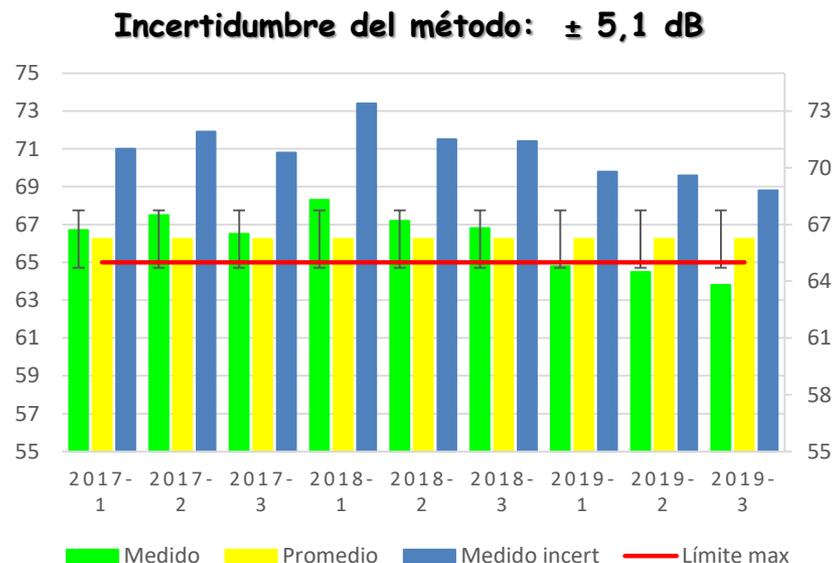
Al analizar los resultados de los monitoreos de ruido de 2017 a 2019, en horario diurno los puntos 1, 2 y 3 presentan valores promedio de  $68,3 \pm 4,7$  dB (CV = 6,9%),  $70,1 \pm 2,0$  dB (CV = 2,9%) y  $71,7 \pm 1,1$  (CV = 1,6%) respectivamente que al considerar la incertidumbre de medición superan los niveles máximos de permitido para fuentes fijas igual a 70 dB establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3 (MAE, 2015).

# Resultados y Discusión

Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario nocturno P1 entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente



Resultado de monitoreos de nivel de presión sonora, horario nocturno P2, entre los años 2017 al 2019. Leq: Nivel sonoro continuo equivalente

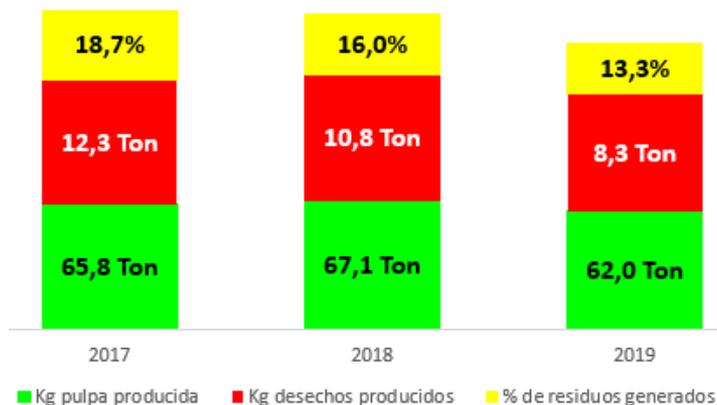


Al analizar los resultados de los monitoreos de ruido de 2017 a 2019, en horario nocturno los puntos 1 y 2 presentan valores promedio de  $62,6 \pm 1,7$  dB ( $CV = 2,7\%$ ) y  $66,2 \pm 1,5$  ( $CV = 2,3\%$ ) que al considerar la incertidumbre de medición superan los niveles máximos de permitido para fuentes fijas igual a 70 y 65 dB establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 3 (MAE, 2015).

# Resultados y Discusión

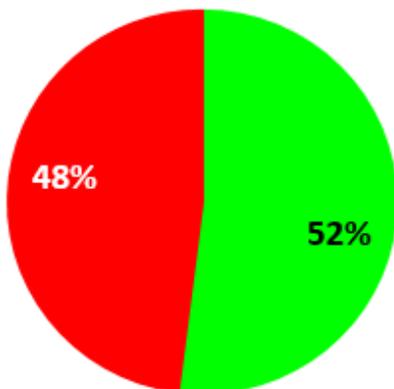
## Desechos peligrosos y/o especiales y desechos sólidos no peligrosos

Resultados de monitoreos de desechos especiales en los años 2017 a 2019



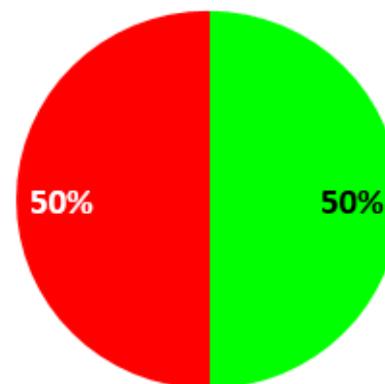
Porcentaje de cumplimiento de normativa legal aplicable para el manejo de desechos peligrosos y especiales

■ Requisitos cumplidos ■ Requisitos incumplidos



Porcentaje de cumplimiento de normativa legal aplicable para el manejo de residuos sólidos no peligrosos

■ Requisitos cumplidos ■ Requisitos incumplidos



## ► Conclusiones

---

- La empresa no se encuentra regularizada ante la autoridad ambiental, no cuentan con plan de manejo ambiental, ni registro de generador de desechos peligrosos y especiales, **sin embargo, ha venido realizando monitoreos de descargas de efluentes líquidos, emisiones de gases a la atmósfera y ruido como buenas prácticas de manufactura.**
- Los monitoreos se realizan conforme a metodologías establecidas en la normativa legal ambiental aplicable. Al no contar con plan de manejo ambiental, los puntos de muestreo fueron determinados a criterio de los laboratorios contratados, **mismos que guardan un criterio técnico.**
- Los desechos especiales generados son los desperdicios de fruta deteriorada; así como los restos de fruta procesada, **siendo estos últimos equivalentes al 13,1% del producto final de la empresa.**
- El cumplimiento de la normativa legal en cuanto al manejo y disposición de desechos peligrosos y/o especiales y residuos sólidos no peligrosos es bajo, **52% y 50% respectivamente.**
- Los controles establecidos en el 2019 para disminuir los valores DBO y DQO **fueron adecuados**, ya que los resultados bajaron a 166,1 y 286,6 mg L<sup>-1</sup>, abajo los límites máximos establecidos.

## ► Conclusiones

---

- Las emisiones de gases a la atmósfera **se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos en la normativa ambiental aplicable.**

Las emisiones de ruido de manera general sobrepasan los niveles máximos establecidos en la normativa ambiental vigente, para ruido diurno y nocturno que son de 70 y 65 dB, respectivamente. **Por este**

- **motivo, en 2020 se establecerán controles en la fuente con el mantenimiento de los equipos,** de ser necesario se realizará confinamiento de los mismos con materiales acústicos y de requerirse se colocarán pantallas en el medio de transmisión.

Con el presente estudio se identificaron los **procesos productivos que generan descargas** de efluentes líquidos, residuos sólidos no peligrosos, emisiones de gases a la atmósfera y emisiones de ruido en la empresa

- procesadora de pulpa de fruta, destacando que la generación de contaminantes ambientales se encuentra directamente relacionada con la producción de pulpa de fruta.

## ► Recomendaciones

---

- **Estudiar alternativas de economía circular** para realizar el aprovechamiento económico de los desechos especiales, como por ejemplo a través del compostaje y generación de biogás para su propio consumo, considerando que en el año 2019 se generaron 82536,03 Kg (82 Ton) de desechos, **puediendo convertirse en réditos económicos** a la empresa. Así como también utilizar la materia prima para la elaboración de otros productos, como la fibra dietaria (alimento para animales y humanos)
- Determinar el caudal mínimo de agua necesario para la producción de pulpa de fruta, **con el objetivo de establecer la cantidad de agua necesaria por cada kilogramo de fruta producida.**
- **Continuar con el proceso de regularización ambiental** que incluya la obtención del registro ambiental, registro generador de desechos, informe anual de desechos peligrosos y/o especiales generados, entrega del informe anual de cumplimiento y posterior cada dos años.
- **Elaborar plan de manejo ambiental** para gestionar de mejor manera los impactos generados por el proceso productivo de la empresa.
- Realizar mantenimientos preventivos al caldero, con el fin de mantener y/o mejorar la relación aire/combustible y su rendimiento **con el objetivo de mantener las descargas a la atmósfera por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa ambiental.**

## Referencias utilizadas en la presentación

---

- **Acuerdo Ministerial 097-A, Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 387.**
- **Acuerdo Ministerial 061, Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 316. 2015**
- **Alcarraz C, M., & Inche M., J., Tratamiento de efluentes de una planta procesadora de frutas. Revistas de la Facultad de Ingeniería Industrial, vol. 13, n° 2: 99-104. 2010.**
- **Mayari N, R., Espinosa Ll., M., & Gutiérrez M., J., Validación de la Demanda de Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas y Aguas Residuales. CENIC Ciencias Químicas, vol. 36, n° Especial, 2005.**
- **Soria F., M., Ferrera C., R., Etchevers B, J., Alcántar G, G., Trinidad S, J. Borges G, L., & Pereyda P, G., Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra, vol. 19, n° 4: 353-362.2001**
- **Servicio Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 2176, Agua, Calidad del agua, Muestreo, Técnicas de muestreo, 2013**
- **NT001 Norma técnica para emisiones a la atmósfera de fuentes fijas y procesos industriales**
- **NT002 Norma técnica para control de descargas líquidas,**
- **NT003 Norma técnica para control de la contaminación por ruido**
- **ISO 1996 parte 2 Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, determinación de los niveles de ruido ambiental**

---

**Gracias por su atención!**

