



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Determinación de la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental
en la zona de concesión de Electro Tocache - 2019**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Frank Anthony García Gutiérrez

ASESOR:

Ing. Angel Tuesta Casique

Código N°: 6055319

Moyobamba – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Determinación de la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental
en la zona de concesión de Electro Tocache - 2019**

AUTOR:

Frank Anthony García Gutiérrez

Sustentada y aprobada el día 30 de setiembre del 2020, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta

Miembro

.....
Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Secretario

.....
Ing. Angel Tuesta Casique

Asesor

Declaratoria de autenticidad

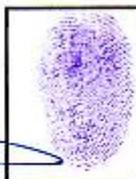
Frank Anthony García Gutiérrez, con DNI N° 73868650, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Determinación de la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache - 2019.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 30 de setiembre del 2020.



.....
Bach. Frank Anthony García Gutiérrez
DNI N° 73868650

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	García Gutiérrez Frank Anthony		
Código de alumno :	125183	Teléfono:	949541287
Correo electrónico :	frank_10_508@hotmail.com	DNI:	73868650

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Determinación de la calidad del Ambiente, mediante el monitoreo ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache - 2019.
Año de publicación:	2020

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

30 / 05 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.
Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querida madre por el apoyo constante, incondicional y desinteresado; A Dios que es mi guía y la luz de mí existir al estar a mi lado iluminándome a cada momento, y a todas las personas que siempre de alguna u otra manera me dan fuerza para seguir adelante y participan en el desarrollo de mis objetivos trazados.

Frank Anthony.

Agradecimiento

- ✓ A mi madre que siempre confió en mí, y que me apoyó en los momentos difíciles y por ser la razón de mí existir.
- ✓ Al ser supremo que siempre me ha brindado su amistad incondicional y que hasta ahora me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante.
- ✓ A la Universidad Nacional de San Martín-T - Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que me servirá para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera y en la sociedad que espera de mí.
- ✓ A todas las personas, en especial al Ing. Ángel Tuesta Casique por su apoyo incondicional como asesor y al Ing. Jose Junior Roncal Díaz como mentor y guía, los cuáles hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

Índice General

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general.....	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xii
Resumen	xiii
Abstract.....	xiv
 Introducción.....	 1

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Marco teórico.....	9
1.3. Definición de términos básicos.....	23

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material.....	25
2.2. Métodos	25

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la calidad de aire en la zona de la concesión de Electro Tocache.....	32
3.1.1. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de octubre	32
3.1.2. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de diciembre	38
3.1.3. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de febrero.....	44
3.2. Evaluación de la calidad de ruido ambiental en la zona de la concesión de Electro Tocache.....	50
3.2.1. Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario diurno	50
3.2.2. Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario nocturno.	54
3.3. Evaluación de la radiación no ionizante en la zona de concesión Electro Tocache..	58
3.3.1. Resultados de monitoreo de radiación no ionizante.....	58

3.4. Discusión de resultados	61
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	67
Anexo 1: Ubicación de las estaciones de monitoreo	68
Anexo 2: Registro fotográfico	69
Anexo 3: Formato de registro de datos.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (DS N° 085-2003-PCM).	14
Tabla 2. Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para aire (DS N° 003-2017-MINAM)	18
Tabla 3. Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes (DS N° 010-2005-PCM).	22
Tabla 4. Ubicación y descripción de la estación de monitoreo	26
Tabla 5. Equipos utilizados para monitoreo de calidad de aire	27
Tabla 6. Parámetros de ensayo	27
Tabla 7. Metodología de análisis	29
Tabla 8. Equipos utilizados para monitoreo de calidad de ruido ambiental	30
Tabla 9. Equipos utilizados para monitoreo de calidad de radiación no ionizante.....	31
Tabla 10. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de octubre	33
Tabla 11. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de octubre	34
Tabla 12. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de octubre	35
Tabla 13. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de octubre	36
Tabla 14. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de octubre	37
Tabla 15. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de diciembre	38
Tabla 16. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de diciembre	39
Tabla 17. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de diciembre	40
Tabla 18. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de diciembre	41
Tabla 19. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de diciembre.....	42
Tabla 20. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de febrero	44
Tabla 21. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de febrero	45
Tabla 22. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de febrero	46
Tabla 23. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de febrero	47
Tabla 24. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de febrero.	48
Tabla 25. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de octubre.....	50
Tabla 26. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de diciembre.....	51

Tabla 27. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de febrero. .	52
Tabla 28. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de octubre.....	54
Tabla 29. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de diciembre.....	55
Tabla 30. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de febrero	56
Tabla 31. Resultados de radiación no ionizante del mes de octubre.....	58
Tabla 32. Resultados de radiación no ionizante del mes de diciembre	59
Tabla 33. Resultados de radiación no ionizante del mes de febrero	60

Índice de figuras

Figura 1. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de octubre.....	33
Figura 2. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de octubre.....	34
Figura 3. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de octubre.....	35
Figura 4. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de octubre.....	36
Figura 5. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de octubre.....	37
Figura 6. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de diciembre.....	39
Figura 7. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de diciembre.....	40
Figura 8. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de diciembre.....	41
Figura 9. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de diciembre.....	42
Figura 10. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de diciembre.....	43
Figura 11. Concentración de material particulado PM ₁₀ del mes de febrero.....	44
Figura 12. Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de febrero.....	45
Figura 13. Concentración de dióxido de azufre (SO ₂) del mes de febrero.....	46
Figura 14. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del mes de febrero.....	47
Figura 15. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) del mes de febrero.....	48
Figura 16. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de octubre.....	50
Figura 17. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de diciembre.....	51
Figura 18. Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de febrero.....	52
Figura 19. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de octubre.....	54
Figura 20. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de diciembre.....	55
Figura 21. Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de febrero.....	56
Figura 22. Resultados de radiación no ionizante del mes de octubre.....	58
Figura 23. Resultados de radiación no ionizante del mes de diciembre.....	59
Figura 24. Resultados de radiación no ionizante del mes de febrero.....	60

Resumen

La investigación se desarrolló en la zona de concesión de Electro Tocache en el cual realizo muestreos de calidad de aire, ruido ambiental y radiación no ionizante en los meses de octubre y diciembre del 2019 y febrero del 2020, se contempla como objetivo principal “Determinar la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache- 2019”. El tipo de la investigación es de tipo aplicada, con nivel de estudio descriptivo y el diseño de investigación obedece a un diseño no experimental transversal o transeccional, para la evaluación de la calidad de aire, ruido se siguió lo establecido en el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire”, “Protocolo de Monitoreo de ruido Ambiental”, teniendo como instrumentos principales utilizados al muestreador de partículas de bajo volumen, rotámetro, sonómetro, medidor de campo electromagnético, todos estos equipos importantes y esenciales para cumplir con los objetivos propuestos. La hipótesis de investigación indicaba, que si el monitoreo ambiental determina o no la calidad del ambiente en la zona de concesión de Electro Tocache, para lo cual era necesario contar con datos reales acerca de las variables de estudio, teniendo en cuenta estas situaciones los resultados muestran que las concentraciones registradas durante los monitoreos no exceden los estándares de calidad de aire, en cuanto a la calidad de ruido ambiental se registraron niveles que exceden lo establecido en horario diurno como nocturno siendo este último donde se registran mayores excesos, con respecto a radiaciones no ionizantes se tiene que de las 11 estaciones monitoreadas en los meses de octubre, diciembre y febrero los datos registrados también no exceden en ningún monitoreo realizado.

Palabras clave: monitoreo ambiental, calidad de aire, calidad de ruido ambiental, radiación no ionizante.

Abstract

The research was carried out in the concession area of Electro Tocache in which air quality, environmental noise and non-ionizing radiation sampling was conducted during the months of October and December 2019 and February 2020, the main objective was to "Determine the quality of the environment through environmental monitoring in the concession area of Electro Tocache - 2019". The type of research is applied, with a descriptive study level and the research design complies with a non-experimental transversal or transectional design. For the evaluation of air quality and noise, the "Air Quality Monitoring Protocol", and the "Environmental Noise Monitoring Protocol" were followed. The main instruments used were the low-volume particle sampler, rotameter, sound level meter, electromagnetic field meter, all of which are important and essential for complying with the proposed objectives. The research hypothesis indicated whether or not environmental monitoring determines the quality of the environment in Electro Tocache's concession area, for which it was necessary to have real data about the study variables. Taking into account these situations, the results show that the concentrations recorded during monitoring do not exceed air quality standards, With respect to environmental noise quality, levels were recorded that exceed the established levels during daytime and nighttime hours, the latter being where the greatest excesses were recorded. With respect to non-ionizing radiation, of the 11 stations monitored in the months of October, December and February, the data recorded did not exceed any of the monitoring conducted.

Keywords: environmental monitoring, air quality, environmental noise quality, non-ionizing radiation.



Introducción

Los problemas ambientales suelen afectar más a las áreas urbanas: las ciudades, sean más grandes o más pequeñas, concentran un mayor número de población y espacios industriales, producen más residuos, tienen un índice de vehículos más alto, los espacios naturales son más pequeños, el aire está contaminado, entre otras cuestiones. Desde hace algunas décadas existe una tendencia mundial a alza en lo que se refiere al desplazamiento de millones de personas desde las zonas rurales a las grandes ciudades en busca de oportunidades. Esta situación se hace más notoria en países y regiones con altos índices de desigualdad y pobreza.

La superpoblación en muchas capitales del mundo es ya una realidad, algo que no sólo preocupa desde el punto de vista demográfico sino también de sostenibilidad.

La presencia de elevadas concentraciones de sustancias ajenas a la composición normal en el ambiente, hace presumir que algo sucede en el desarrollo de los procesos asociados a un proyecto o actividad. En ese sentido en la concesión Electro Tocache urge la necesidad de evaluar el comportamiento de las variables aire, ruido y radiaciones no ionizantes, para generar información relevante y se tome las decisiones adecuadas en cuanto a protección ambiental se refiere.

Ante la necesidad de conocer la realidad, buscando resultados y respuestas al mismo se plantea desarrollar el trabajo de investigación que radica en determinar la calidad del ambiente, el cual tiene como problemática, ¿Cuál es la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache?, en este contexto el objetivo principal de la investigación fue “Determinar la calidad del ambiente, mediante el monitoreo ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache”; cuyos objetivos específicos se enfocan en, 1ro: Evaluar la calidad del aire en la zona de concesión de Electro Tocache; 2do: Evaluar la calidad del ruido ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache y; 3ro: Evaluar la emisión de radiación no ionizante en la zona de concesión de Electro Tocache, teniendo además como hipótesis de investigación a que si el monitoreo ambiental determina o no la calidad del ambiente en la zona de concesión de Electro Tocache.

En el capítulo I, se presentan los antecedentes de la investigación, donde se da a conocer un extracto de las investigaciones realizadas respecto a la temática, así mismo se muestran

las bases teóricas, referidas al tema de investigación, incluyendo la definición de términos básicos.

En el capítulo II, podemos encontrar la descripción de los materiales utilizados para la obtención de los datos y desarrollo de la investigación, además se especifica los métodos utilizados, en el que se describe todo el procedimiento realizado para cumplir con los objetivos específicos y general trazados entre los cuales se tiene la descripción de las estaciones de monitoreo, equipos utilizados para monitoreos, metodología de muestreo y análisis, entre otros.

En el capítulo III, se presentan los resultados del trabajo de investigación separándolos por cada objetivo específico a desarrollar, en la cual se puede encontrar la evaluación de la calidad de aire el cual se representa mediante tablas y gráficos por cada parámetro evaluado de los meses de octubre, diciembre y febrero; también se presenta la evaluación de la calidad de ruido ambiental en la zona de la concesión de Electro Tocache, el cual también se presenta mediante tablas y gráficos subdividiendo los resultados en horario diurno y nocturno por cada mes, además de ello se presenta la evaluación de la radiación no ionizante por mes. En este apartado también se presenta las discusiones, donde se analizaron y compararon los resultados obtenidos, en correspondencia con los antecedentes de investigación.

El presente estudio permitió diagnosticar las características del ambiente, por lo que se genera información relacionada a la calidad del aire, ruido y radiaciones no ionizantes mediante el desarrollo de un proceso de monitoreo ambiental.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1 Antecedentes internacionales

Naciones Unidas (1992). En Agenda 21, Capítulo 9 Protección de la Atmósfera, indica que la industria es esencial para la producción de bienes y servicios y es una fuente importante de empleo e ingresos; por consiguiente, el desarrollo industrial es esencial para el crecimiento económico. Al mismo tiempo, la industria es uno de los principales usuarios de recursos y materiales y, en consecuencia, las actividades industriales originan emisiones que afectan a la atmósfera y al medio ambiente en general. Además la protección de la atmósfera se podría ampliar, entre otras cosas, mediante un aumento de la eficiencia de los recursos y materiales en la industria, mediante la instalación o el mejoramiento de tecnologías de reducción de la contaminación y la sustitución de clorofluorocarbonos y otras sustancias que agotan el ozono con las sustancias apropiadas, así como mediante la reducción de desechos y subproductos; elaborando y aplicando tecnologías de control y medición de la contaminación producida por fuentes fijas y móviles.

Naciones Unidas (2005). En el informe Objetivos de Desarrollo del Milenio, indica que el Objetivo 7° es Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y que, para alcanzar dicha sostenibilidad, es fundamental que los recursos naturales se utilicen de forma inteligente y que se protejan los ecosistemas complejos de que depende nuestra supervivencia. Además, debe tenerse en cuenta que, la sostenibilidad no podrá lograrse con los modelos actuales de consumo y uso de recursos. Los cambios climáticos están provocando una elevación del nivel del mar y acrecentando el peligro de sequías e inundaciones. La superación de este y otros problemas ambientales hará necesario prestar una mayor atención a la situación de los pobres y establecer un nivel de cooperación mundial sin precedentes.

Asimismo, indica que la Meta 1 de este objetivo, es incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales,

invertir la pérdida de recursos del medio ambiente; refiere que la mayoría de los países se han comprometido a apoyar los principios del desarrollo sostenible y a incorporarlos en sus políticas y estrategias nacionales. Se están haciendo progresos en la eficiencia energética y en el acceso a combustibles y tecnologías limpias. Siendo los países ricos los que producen la mayoría de los gases del efecto invernadero y el consumo de combustibles fósiles, entre ellos el petróleo, el carbón y el gas natural, da lugar a emisiones de carbono que contribuyen al calentamiento gradual del planeta. Ante el aumento continuo del total de emisiones, la mayoría de los países industrializados han aprobado el protocolo de Kyoto, que es el primer esfuerzo mundial por controlar las emisiones.

Cancino & Behrentz (2007). En su artículo titulado “Análisis del estado de la calidad de aire en Bogotá” utilizaron como metodología la consecución de la información de la red de calidad del aire de la ciudad (operada por la Secretaría Distrital de Ambiente), la organización y validación de dicha información, la construcción de una base de datos y el análisis estadístico de los datos en ésta contenidos. Sus resultados sugieren que para contaminantes como óxidos de azufre y de nitrógeno, así como para monóxido de carbono, Bogotá no presenta en la actualidad un problema significativo de contaminación del aire. Al mismo tiempo, sin embargo, las concentraciones atmosféricas de material particulado en la ciudad tienden a encontrarse muy por encima de los niveles sugeridos por las normas de calidad del aire.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Korc (1999). En su estudio “Monitoreo de la calidad del aire en América Latina” menciona que la única forma de saber con certeza si existen, si se están generando, o si se están empeorando los problemas de la contaminación del aire es mediante la medición de los contaminantes. En América Latina, sólo Brasil, Chile y México tienen ciudades con buena capacidad de monitoreo. Sin embargo, dentro de estos mismos países hay una gran diferencia en la capacidad de monitoreo entre una ciudad y otra.

Walsh Peni S.A. (2005). En el Estudio de Impacto Ambiental para la Central Termoeléctrica de 380 MW de Chilca, refiere que: La alteración de la calidad

del aire por emisión de gases de combustión, se generará por la emisión de estos gases, asociados al funcionamiento de la maquinaria y vehículos diésel durante el transporte de material y uso del depósito de material excedente. Estas emisiones son puntuales y localizadas.

Grupo de Estudio Técnico Ambiental (Gesta) Zonal de Aire de Iquitos, (2006). En el documento Plan "A Limpiar el Aire" de la Cuenca Atmosférica de Iquitos señala que: El inventario de Emisiones de Fuentes Fijas - Fuentes puntuales las emisiones contaminantes producidas por las fuentes fijas puntuales corresponden a actividades industriales diversas. Estos contaminantes son producidos en las diferentes etapas de los procesos productivos y su calidad está condicionada por el tipo de proceso, la tecnología utilizada y los combustibles usados. Los contaminantes más emitidos por las fuentes fijas puntuales son S02, COx, NOx y PTS. El SO2, es emitido mayormente por actividades de generación eléctrica (Electro Oriente S.A.) y por la actividad industrial de transformación (Refinería). El NOx, contaminante emitido principalmente por actividades de generación eléctrica (Electro Oriente S.A.) y por la actividad industrial de transformación (Refinería) y el PTS, generado principalmente por Electro Oriente S. A. y Triplayeras.

También en este documento señala que, desde el punto de vista de los resultados de los inventarios hechos en la cuenca atmosférica de Iquitos, existen dos situaciones concretas respecto a la calidad del aire. En primer lugar, en el caso de Fuentes móviles, son estas las que generan las mayores emisiones de monóxido de carbono (88.21%), óxidos de nitrógeno (77 .21%) y compuestos orgánicos volátiles (76.59%), mientras que las fuentes fijas se constituyen como las mayores emisoras de material particulado (PTS) con 89.52% y dióxido de azufre (S02) con 86.82%. En cuanto a las fuentes fijas se tiene que indicar que el 84% de S02 es emitido por una sola empresa {Electro Oriente S.A.) Esta fuente a su vez es responsable de la mayor cantidad de PTS, PM10 y NOx.

Además, el documento indica que: Luego del análisis de los dos monitoreos de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de la ciudad de Iquitos, los resultados señalan que: En el caso particular del PM2.5 en el primer monitoreo

sólo un valor (74.12 ug/m³) en la estación E-4 (Ex Molinera Iquitos Guiulfo) pasó el valor referencial, mientras que los demás valores de muestreo están por debajo del ECA. En el segundo monitoreo, también para el caso de PM_{2.5} e igualmente en la estación E-4 (Ex Molinera Iquitos Guiulfo) y además en la estación E-2 (Ministerio de Transporte), pasaron el valor referencial (65.9 ug/m³ y 85.9 ug/m³, en ese orden), mientras que los demás valores en las estaciones de muestreo, están por debajo del mencionado estándar.

MINPETEL S.A. (2006). En el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Ampliación de la Central Térmica de Iquitos 2 x 7 MW, hace referencia que el sistema eléctrico de la ciudad de Iquitos es por generación térmica, cuyo concesionario es la empresa Electro Oriente S.A., y presta servicios a través de grupos electrógenos, alimentados por combustible de petróleo y Residual; teniendo como fuente de generación eléctrica la Central Térmica de Iquitos, conformada por la siguiente potencia instalada: Dos grupos electrógenos, marca EMD-GM, de 2,4 MW (4,8 MW); Cuatro grupos electrógenos, marca Wartsila, de 6,4 MW c/u. $\times 4 = 25,6$ MW; Un grupo electrógeno, marca CAT-MAK, de 7,4 MW. $\times 1 = 7,4$ MW; Total Potencia Instalada= 37,8 MW; Potencia Efectiva= 28,0 MW; Potencia Garantizada= 26,0 MW. La Máxima Demanda= 36,5 MW. Asimismo, menciona que la antigüedad de los grupos electrógenos es de 30 años los dos primeros, de 25 años los cuatro posteriores, y cinco años el último grupo. En tal sentido, es necesario implementar nuevos grupos electrógenos 2 x 7,4 MW = 14,8 MW para reforzar la central térmica, garantizar el servicio eléctrico y una menor emisión de gases de combustión.

Curba y Asociados S.A.C. (2009). En el Informe de Cumplimiento Ambiental de Electro Oriente señala que: El Residual N° 6 es uno de los hidrocarburos medianamente livianos producto de la refinación del petróleo, se logra en un 90% entre los 450 3 F. Contiene además un porcentaje de cenizas y nitrógeno mayor que el diesel } Na₂, pero su precio es 40% aproximadamente menor y un similar poder calorífico (entre 1 0366 a 10629 Kcal/Kg.). También señala que Diésel N3 2 es un combustible liviano y se logra en un 90% a los 567 °F de destilado y con un volumen mínimo de elementos de impurezas y cenizas. Uno

de los factores más importantes para la utilización de estos combustibles es la limpieza de la combustión con relación al residual N° 6 y el menor desgaste de los equipos, sin embargo, su precio es mayor.

Asimismo **Curba y Asociados S.A.C.** señala que: Los resultados obtenidos respecto a calidad de aire de los parámetros evaluados de: Dióxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno y partículas en suspensión correspondientes al primer, segundo y tercer trimestre 2009, no exceden los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, establecidos en el D.S 015-2006-EM "Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos" y en el D.S 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire";, con su respectiva modificatoria establecida en el D.S. N° 003 - 2008 - MINAM y los que resultados obtenidos para emisiones gaseosas, realizados a los grupos Wartsila 1, Wartsila 4 y Caterpillar MARK, correspondientes al primer trimestre 201 O, muestran que los parámetros evaluados de: Óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de azufre, no exceden los Límites Máximos Permisibles de Emisiones Gaseosas para fuentes fijas, según Ordenanza N° 12 y registro oficial N°153, del 22 de agosto del 2003, a condiciones estándar (1 atm. 25 °C y 11 % de oxígeno).

1.1.3 Antecedentes regionales y locales

Araujo & Saldaña (2013). En su tesis titulado “Determinación del Nivel de Ruido Generado por las Plantas de Transformación Primaria de Producto Forestal Maderable (Carpinterías) de la Ciudad de Moyobamba – 2012.”, cuyo tipo de investigación es aplicada de acuerdo a la orientación y descriptiva de acuerdo a la técnica de contrastación con diseño de investigación de muestreo probabilístico aleatorio para poblaciones finitas, población conformada por el total de plantas de transformación primaria de producto forestal maderable de la ciudad de Moyobamba y 10 como número de muestra del total de la población, realizó 07 mediciones del ruido con la ayuda de un equipo de Sonómetro con un intervalo de 15 días turno diurno, en 10 (33 %) de los 30 establecimientos que existen. Cabe indicar que la metodología de medición fue de 03 tomas consecutivas con un intervalo de 1 minuto a 1.20 metros frente a la puerta de

ingreso del establecimiento. Los resultados obtenidos del monitoreo del ruido que generan las 10 Plantas de Transformación monitoreadas 07 (Siete) equivalente al 70% sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental - ECAs aplicado a la Zona Residencial/Turno Diurno (60 dBA) según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM y Ordenanza Municipal N° 172-2008- MPM, y con respecto a la comparación con los niveles permisibles para una Zona Comercial/Turno Diurno (70 dBA) sólo 01 equivalente al 10% sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental, y en lo que respecta a la comparación con los niveles permisibles para Zonas Industriales /Turno Diurno (80 dBA), el 100% de las plantas de transformación monitoreados no sobrepasan los niveles permisibles. Estos resultados reflejan de manera clara la urgencia de un reordenamiento a nivel de reubicación a fin de ser ubicados en Zonas de Uso Exclusivo para Actividades Industriales.

Lozano (2013). En su investigación “Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo Pasivo, Zona Urbana – Ciudad de Moyobamba, 2012”, cuyo tipo de investigación es básica de acuerdo a la orientación y de acuerdo a la técnica de contrastación es descriptiva de diseño de investigación de método estadístico completamente al azar, mediciones estadísticas básicas como análisis de varianza, coeficiente de variación, coeficiente de curtosis y asimetría, población conformado por el total de la superficie de la ciudad de Moyobamba y la muestra conformado por 15 puntos de monitoreo, se aplicó la metodología de Muestreo Pasivo, que consistió en la colocación de placas petri ubicados en el segundo nivel de las viviendas, por treinta (30) días durante 03 meses. Los resultados obtenidos del monitoreo de partículas sedimentables, se obtuvo un valor promedio final de 0.70 mg/cm² mes en las estaciones de muestreo, sobrepasando así los Estándares de Calidad Ambiental para Partículas Sedimentables en 0.20 mg/cm² – Mes, establecido por la Organización Mundial de la Salud OMS, que es de 0.50 mg/cm² –Mes como valor máximo.

Peralta (2017). En su tesis titulado “Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por material particulado PM₁₀ en los 5 sectores del distrito de

Morales – San Martín 2017”, siendo el tipo de investigación experimental descriptivo comparativo de corte transectorial por ser solo de observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural para posteriormente analizarlos, muestra sus resultados que en los sectores 3 Jr. Victoria Vásquez N° 345, sector 2 Municipalidad de Morales no excedieron la normativa de calidad de aire Aire D.S N.° 003-2017 MINAM y comparado con el INCA se obtuvo un nivel de color verde, la calidad de aire es satisfactoria y no representa un riesgo en la salud, de la misma manera en el sector 2 Fonavi Mz F Lote 14, sector 2 Jr San Pedro N°111 y sector 5 Jr. Integración N° 145 Santa Lucia, el índice de calidad de aire tienen un nivel de riesgo de color amarillo que representa que las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias, y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos problemas de salud.

1.2. Marco teórico

Diseño de redes para el monitoreo

El diseño de cualquier sistema de monitoreo se fundamenta principalmente en la necesidad de determinar, de manera eficaz y eficiente, las concentraciones de contaminantes del aire en un área determinada, con la finalidad de contar con información oportuna y objetiva para la toma de decisiones, que permitan orientar la formulación de medidas preventivas, correctivas o de mejora continua, según sea el caso.

A efectos de determinar el diseño, escalas y clasificación de las áreas del monitoreo, se debe considerar tres enfoques de trabajo:

- **Monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad del aire**, el cual puede enmarcarse tanto en las Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) como en cualquier centro poblado a nivel nacional.
- **Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas V/o de servicios**, el mismo que puede comprender tanto las acciones de monitoreo de la calidad ambiental del aire a cargo de los titulares de la actividad como de la autoridad ambiental competente en materia de fiscalización ambiental.
- **Monitoreo orientado a la prevención/evaluación de riesgos en salud ambiental**. Al respecto, se debe considerar que, por la naturaleza de este

enfoque, también puede ser aplicado a toda investigación académica en materia de calidad del aire.

La determinación del enfoque de trabajo constituye el primer paso para la determinación de todos los demás criterios técnicos establecidos en el presente protocolo. (D.S. N° 10-2019-MINAM).

Clasificación de estaciones de monitoreo de calidad del aire

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire se clasifican de la siguiente manera:

– Por su finalidad

Estación urbana: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire en un área urbana representativa.

Estación suburbana: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire en un área suburbana representativa, la cual es considerada como aquella zona urbanizada que se mezcla con áreas rurales (por ejemplo, agrícola, lagos, bosques).

Estación rural: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire en un área rural representativa, la misma que cuenta con poblaciones pequeñas y dispersas, con actividad agrícola o pecuaria no industrializada.

Estación de tráfico: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire vinculadas a las emisiones del tráfico terrestre cercano.

Estación industrial: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire vinculadas a las áreas asociadas a actividades industriales (extractivas, productivas y/ o de servicios). Debe encontrarse fuera de la zona donde se realiza la actividad productiva. Este tipo de estación puede verse influenciada por fuentes industriales individuales o áreas industriales con múltiples fuentes de emisión.

Estación de fondo: Es aquella estación que permite determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire con la finalidad de

elaborar la línea base de la actividad, previo al inicio de la misma. Además, comprende aquellos casos en que se requiera determinar las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire en un área geográfica localizada a barlovento de las actividades que se pretenden evaluar. (D.S. N° 10-2019-MINAM).

Por su escala

Los procesos dinámicos en la atmósfera varían desde algunos centímetros hasta movimientos de grandes masas de aire de dimensiones continentales. Por lo que, la dispersión de los contaminantes en la atmósfera, debido a factores meteorológicos, topográficos u de otra índole, se puede desarrollar a distintas escalas, en función de las cuales es posible categorizar los siguientes tipos de estaciones:

Estación de microescala: Está asociada a fenómenos que ocurren a escalas de 0 m a 100 m, por ejemplo, la circulación del viento entre los edificios en un área urbana en la cual se busca determinar la dispersión de contaminantes provenientes de fuentes de emisión cercanas.

Estación de escala media: Se encuentra asociada a fenómenos de dispersión que ocurren a escalas de 100 m a 0,5 km.

Estación de escala local: Permite determinar concentraciones dentro de un área cuyo uso del suelo sea relativamente uniforme y que presente dimensiones en el rango de 0.5 km a 4 km.

Estación de escala urbana: Permite determinar concentraciones dentro de un área de dimensiones tipo ciudad, del orden de 4 km a 50 km.

Estación de mesoescala: Está asociada a fenómenos que ocurren a escalas de 50 a cientos de kilómetros, como la brisa marina, los vientos del valle montañoso y los frentes migratorios de alta y baja presión.

Estación Sinóptica: Se encuentra asociada a los movimientos de los sistemas meteorológicos completos, a escalas de cientos a miles de kilómetros.

- **¿Qué son los ECA?**

Los ECA son las medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo —en su condición de cuerpo receptor—, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. (OEFA, 2016).

- **¿Pará que sirven los ECA?**

Los ECA sirven para proteger el ambiente y la salud de las personas en tanto establecen las medidas de concentración máxima de aquellos elementos o sustancias en un componente ambiental. Ello determina su importancia para el diseño de normas legales y políticas públicas, así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental.

Ejemplo: Una empresa que realiza actividades minero - metalúrgicas puede ser objeto de fiscalización por parte del OEFA, que verifica el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos, pero también por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que verifica el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, siendo la función de esta última la protección de la calidad del cuerpo receptor. (OEFA, 2016).

- **¿Qué es el monitoreo ambiental?**

El monitoreo es una de las herramientas de vital importancia para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo de tiempo. Los monitoreos forman parte de evaluaciones integrales de calidad ambiental, las cuales son más complejas, y permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente, identificar fuentes contaminantes y medir los efectos de dichos contaminantes sobre los componentes ambientales (agua, suelo, aire, flora y fauna). Ejemplo: Especialistas del OEFA realizan un monitoreo de la calidad del aire en un punto de control determinado del cruce de las avenidas más transitadas en Lima, utilizando Unidades Móviles de Monitoreo Ambiental, con el objeto de medir el nivel de dióxido de azufre, monóxido de carbono y material particulado que se encuentran en el aire. (OEFA, 2016).

- **¿Qué es el muestreo ambiental?**

El muestreo ambiental consiste en tomar muestras representativas que permitan caracterizar el componente ambiental en estudio, las cuales presentan las mismas características o propiedades del componente que se está evaluando. Las muestras tomadas son enviadas a un laboratorio acreditado. La técnica del muestreo se realiza de manera puntual y/o compuesta, y comprende la recolección, análisis y evaluación sistemática en un determinado espacio y tiempo. Esta técnica depende del objetivo del estudio, las condiciones ambientales en el sitio, los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras entre otros factores.

Ejemplo: Un muestreo ambiental, es, por ejemplo, la toma de muestras de suelo que se realiza dentro de un botadero de residuos sólidos municipales, en un momento determinado, con la finalidad de verificar las características o propiedades del componente que se está evaluando. (OEFA, 2016).

- **¿Qué se entiende por ruido?**

El ruido es considerado como el sonido no deseado que genera molestia, perjudica o afecta la salud de las personas. (OEFA, 2016).

- **¿Qué es la contaminación acústica o sonora?**

Es la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones —cualquiera que sea el emisor acústico que los origine— que implique molestia, riesgo o daño a las personas, para el desarrollo de sus actividades, los bienes de cualquier naturaleza o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente. (OEFA, 2016).

- **¿Qué son los ECA para ruido?**

Son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora, sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud y promover el desarrollo sostenible. (OEFA, 2016).

- **¿Por qué son importantes los ECA para ruido?**

Los ECA para ruido sirven para el diseño de normas legales y políticas públicas destinadas a la prevención y control del ruido ambiental; así como

para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental y la posterior certificación ambiental. (OEFA, 2016).

- **¿En qué casos se aplican los ECA para ruido?**

Se aplican en las acciones de vigilancia y monitoreo ambiental del sonido que se emite, y son ejecutadas en función de la zona y horario del cual se trate. Los ECA para ruido se aplican también para verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, establecidas en el instrumento de gestión ambiental (DIA, EIA) por parte del titular de la actividad. (OEFA, 2016).

- **¿Qué hacer cuando se superan los ECA para ruido?**

Cuando una determinada actividad supera los ECA para ruido, se produce contaminación sonora. Los titulares de la actividad podrán implementar acciones de mitigación que permitan reducir la exposición al ruido, como las barreras acústicas u otras que consideren necesarias para mitigar el impacto generado en la zona. Las municipalidades provinciales deberán utilizar los ECA para ruido, a fin de establecer —en el marco de su competencia— normas que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes. (OEFA, 2016).

- **¿Cuáles son los ECA para ruido?**

Los ECA para ruido se detallan en los cuadros siguientes:

Tabla 1

Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (DS N° 085-2003-PCM)

Zonas de Aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
Zona de Protección Especial	50 dB	40 dB
Zona Residencial	60 dB	50 dB
Zona Comercial	70 dB	60 dB
Zona Industrial	80 dB	70 dB

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT):

Horario diurno: Periodo comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

- **¿Qué es el monitoreo del ruido ambiental?**

El monitoreo del ruido ambiental es la evaluación del nivel sonoro por la implicancia que tiene como impacto en el medio ambiente. Como resultado de estos monitoreos, los gobiernos locales podrán elaborar sus mapas de ruido.

- **¿Cuáles son los materiales y equipos necesarios para el monitoreo del ruido ambiental?**

Materiales:

- _ Fotografía aérea del área de estudio (Google Earth)
- _ Plano del área de estudio
- _ Plano de zonificación del área de estudio
- _ Libreta de notas
- _ Cámara fotográfica

Equipos:

- _ Sonómetro digital: Instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora. Cuenta con un micrófono
- _ Calibrador de campo
- _ Trípode
- _ GPS

- **¿Cuáles son las entidades competentes para velar por el cumplimiento de los ECA para ruido? (OEFA, 2016).**

Ministerio del Ambiente

- _ Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para ruido.
- _ Promueve y supervisa el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a alcanzar y mantener los estándares primarios de calidad del aire, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los LMP.
- _ Aprueba las directrices para la elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire.

Gobiernos locales

Municipalidades provinciales

- _ Elaboran e implementan, en coordinación con las municipalidades distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora.
- _ Fiscalizan el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes para prevenir y controlar la contaminación sonora.
- _ Elaboran, establecen y aplican la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia.
- _ Dictan normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales.
- _ Elaboran, en coordinación con las municipalidades distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia.

Municipalidades distritales

- _ Implementan, en coordinación con las municipalidades provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito.
- _ Fiscalizan el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la municipalidad provincial.
- _ Elaboran, establecen y aplican la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia.

Ministerio de Salud

- _ Establece o valida criterios y metodologías para la realización de la vigilancia de la contaminación sonora.
- _ Evalúa los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora. Puede encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

Autoridades sectoriales

- _ Emiten las normas que regulan la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia.
- _ Fiscalizan el cumplimiento de dichas normas. Pueden encargar a terceros dicha actividad.

- _ Verifican el cumplimiento del ECA para ruido cuando se encuentra contenido en un instrumento de gestión ambiental. Así, por ejemplo, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento fiscaliza el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental aprobados para la construcción de una Vía Expresa o infraestructura de transporte urbano.

OEFA

- _ Fiscaliza el cumplimiento de las normas y compromisos ambientales asumidos por parte de sus administrados.

Indecopi

- _ Aprueba las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos.
- _ Califica y registra a las instituciones públicas o privadas que realicen la calibración de equipos para la medición de ruidos.

- **¿Qué son los ECA para aire?**

Son los niveles permisibles de concentración de contaminantes en el aire, cuya superación conllevaría a un riesgo de daño para el ambiente y para la salud humana. (OEFA, 2016).

- **¿Por qué son importantes los ECA para aire?**

Porque son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire, sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud y promover el desarrollo sostenible. (OEFA, 2016).

- **¿En qué casos se aplican los ECA para aire?**

Los ECA para aire son referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas ambientales y de las políticas, planes y programas públicos en general. Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, con el objeto de sancionar a personas jurídicas o naturales⁷, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares. (OEFA, 2016).

- **¿Qué hacer cuando se superan los ECA para aire?**

El administrado deberá elaborar planes de acción de mejoramiento de la calidad de aire, basados en los resultados del estudio de diagnóstico de línea de base sujeto al siguiente proceso:

- Elaboración de una estrategia preliminar de reducción de emisiones, prevención del deterioro de la calidad del aire y protección de población vulnerable.
- Análisis costo-beneficio de la estrategia y de los instrumentos de gestión necesarios para su aplicación.
- Diálogo político para exponer resultados del diagnóstico y medidas posibles.
- Propuesta de plan de acción y consulta pública.
- Aprobación del plan de acción. (OEFA, 2016).

- **¿Cuáles son los ECA para aire?**

Actualmente, los ECA para aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

Tabla 2

Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para aire (DS N° 003-2017-MINAM)

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m ³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ^[1]
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	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 _{2,5})	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 ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ^[2]	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 ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder

[1] o método equivalente aprobado.

[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

- **¿Cuáles son los materiales y equipos de monitoreo?**

Para el desarrollo de un monitoreo de calidad ambiental del aire, se emplean los siguientes equipos de monitoreo: (OEFA, 2016).

Materiales

- _ Filtros para material particulado
- _ Soga
- _ Escalera y/o andamio
- _ Equipos de protección personal EPP (casco de seguridad, arnés para trabajos de altura, botas, etc.)
- _ Caja de herramientas básicas
- _ Cadena de custodia (otorgada por el laboratorio)
- _ Tablero
- _ GPS
- _ Cámara fotográfica
- _ Cámara de video
- _ Grupo electrógeno (cuando no se cuente con fuente de energía)

Equipos de monitoreo

El objetivo del monitoreo de la calidad ambiental del aire es generar información confiable, comparable y representativa, para su aplicación en las estrategias nacionales destinadas a la protección de la salud de la población y su entorno. Sirven para evaluar el impacto en la salud y el ambiente generado por la exposición a contaminantes atmosféricos, así como para medir el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

- _ Muestreador de alto volumen (Hi vol):
Equipo designado por la United States Environmental Protection Agency (US EPA) para la medición de PM-10 y PM-2.5. Las partículas son clasificadas por medio de un separador aerodinámico y después colectadas en un filtro de cuarzo para su posterior cuantificación y análisis.
- _ Muestreador de bajo volumen:
Equipo designado por la US EPA para la medición de PM-10 y PM-2.5 bajo volumen. Es un muestreador de aire secuencial que tiene 03 sensores

(flujo de masa, temperatura ambiental y presión atmosférica). Las partículas son clasificadas por medio de un separador aerodinámico (cabezal) y después colectadas en un filtro de cuarzo para su posterior cuantificación y análisis.

– Tren de muestreo:

Es un sistema ensamblado que sirve para coleccionar gases, fabricado en función a parámetros designados en las metodologías de ensayo. Entre los parámetros se encuentran el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), ozono (O₃) y benceno.

– Analizadores automáticos:

Son equipos usados para determinar la concentración de un contaminante gaseoso, basándose en sus propiedades físicas y/o químicas.

– Estación meteorológica:

La estación meteorológica se encuentra compuesta por los siguientes sensores: Anemómetro: Instrumento que sirve para medir la velocidad y dirección del viento

Psicrómetro: Aparato destinado a medir la humedad relativa del aire.

Termómetro de bulbo seco: Sirve para medir la temperatura del ambiente.

Pluviómetro: Instrumento proyectado para recoger y medir la precipitación.

Adicionalmente, si se cuenta con recursos suficientes se puede incluir instrumentos para medir: Radiación solar, Presión barométrica y Radiación ultravioleta

- **¿Qué cuidados se deben tener con las muestras?**

Para el cuidado del manejo y transporte de las muestras se recomienda revisar el punto Manejo y transporte de las Muestras del “Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos 2005”, establecido por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) en el año 2005. (OEFA, 2016).

- **¿Cuáles son las entidades competentes para velar por el cumplimiento de los ECA aire? (OEFA, 2016).**

Ministerio del Ambiente

- _ Promueve y supervisa el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a alcanzar y mantener los estándares primarios de calidad del aire, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los LMP.
- _ Aprueba las directrices para la elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire.
- _ Aprueba los planes de acción y las medidas de alerta a través de las comisiones ambientales regionales. Para ello, deberán considerar las consultas locales necesarias que se realizarán en coordinación con la municipalidad provincial respectiva.
- _ Supervisa la ejecución de los planes de acción.

Ministerio de Salud - Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)

- _ Elabora los estudios de diagnóstico de línea de base.
- _ Propone los niveles de estado de alerta nacionales.
- _ Declara los estados de alerta.
- _ Establece o valida criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el diagnóstico de línea base.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)

- _ Genera y suministra los informes meteorológicos necesarios para la elaboración de los diagnósticos de línea base que se requieran.

Autoridades sectoriales y el OEFA

- _ Fiscalizan el cumplimiento de los ECA, en tanto estos se encuentren dentro de los compromisos ambientales establecidos en los planes de manejo que forman parte de los instrumentos de gestión ambiental aprobados.

Ejemplo: Una compañía mediana minera y metalúrgica se obliga en su Instrumento de Gestión Ambiental a cumplir con los ECA aire. Al ser una obligación ambiental fiscalizable, el OEFA debe verificar su

cumplimiento. Para ello cuenta con equipamiento e instrumentos para monitorear la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto.

Gobiernos locales

- **Municipalidades provinciales:** Regulan y controlan la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
 - **Municipalidades distritales:** Fiscalizan y realizan labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
- **¿Cuáles son los ECA para radiaciones no ionizantes?**

Tabla 3

Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes (DS N° 010-2005-PCM).

Rango de Frecuencias (f)	Intensidad de Campo o Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μ T)	Densidad de Potencia (Seq) (W/m^2)	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia
1 - 8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-	
8 - 25 Hz	10 000	$4 000 / f$	$5 000 / f$	-	Líneas de energía para trenes eléctricos
0,025 - 0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
0,8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6,25	-	Monitores de video
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-	Monitores de video
0,15 - 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-	Radio AM

Fuente: Sustentado en el D.S. N° 010-2005-PCM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

- f está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias.
- Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, Seq, E2, H2 y B2, deben ser promediados sobre cualquier período de 6 minutos.
- Para frecuencias por encima de 10 GHz, Seq, E2, H2 y B2, deben ser promediados sobre cualquier período de $68 / f$ 1.05 minutos (f en GHz).

1.3. Definición de términos básicos

- **Calidad Ambiental.** - Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas. **(Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana, 2012).**
- **Contaminación ambiental.** - Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente. **(Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana, 2012).**
- **Contaminación del aire.** - Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano. **(Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana, 2012).**
- **Contaminación sonora.** - Es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano, los bienes de cualquier naturaleza o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente. **(OEFA, 2016).**
- **Estándar de calidad ambiental - ECA.** - Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. **(Ley General del Ambiente, 2005).**
- **Monitoreo ambiental.** - Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y

tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente. (**Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana, 2012**).

- **Radiaciones No Ionizantes.** - Son las ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se extienden desde 0 Hz hasta aproximadamente 3×10^{15} Hz, frecuencia en la cual la energía del fotón iguala a 2×10^{-18} J ó 12,4 eV y se hace comparable a la energía de enlace de los electrones con los átomos, por lo que antes de esa frecuencia, las ondas electromagnéticas no tienen la suficiente energía como para romper los enlaces atómicos.

Entre las RNI de las ondas electromagnéticas se incluyen, los campos estáticos (resonancia nuclear magnética), de los campos de baja frecuencia (redes de energía eléctrica, trenes, etc.), la radiofrecuencia (telecomunicaciones, diatermia quirúrgica, etc.), los campos de microondas (telecomunicaciones, radar, hornos microondas), la radiación infrarroja la luz visible, la radiación ultravioleta, etc. (**Ley General del Ambiente, 2005**).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Medios de transporte	: Vehículos para transporte terrestre (moto lineal, automóvil).
Equipos	: GPS GARMIN etrex 10, muestreador de partículas de bajo volumen, rotámetro, sonómetro, medidor de campo electromagnético.
Formatos	: Plano de ubicación del área del proyecto, formato de registro de datos.
Indumentaria de protección	: Capas impermeables, casco de seguridad, pares de protectores de oídos, zapatos de seguridad, guantes, mascarillas protectoras.
Otros materiales	: Libreta de campo, tablero plastificado, Material de escritorio (medio millar de papel bom A4 de 75 gr., plumones, lapiceros, etc.

2.2. Métodos

– **Tipo y nivel de investigación**

Tipo: Aplicada

Nivel: Descriptivo

– **Diseño de investigación**

La presente investigación obedece a un diseño de tipo no experimental transversal o transeccional, debido a que se realizó observaciones en un momento único en el tiempo, es decir se midió variables de manera individual y se reportaron las mediciones en forma descriptiva.

a) Métodos para la recolección de datos

- Para desarrollar el primer objetivo que es la evaluación de la calidad de aire en la zona de concesión Electro Tocache.

- **Descripción de las estaciones de monitoreo**

Se realizó el muestreo en once (11) estaciones de calidad de aire. El monitoreo se realizó del 01 al 07 de octubre del 2019, del 14 al 23 de diciembre del 2019 y del 20 al 28 de febrero del 2020. En la siguiente tabla se detalla la ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo.

Tabla 4

Ubicación y descripción de la estación de monitoreo

Estación	Proyecto	Descripción	Coordenadas UTM*(m)	Altitud (m.s.n.m.)
CA-02	Ampliación de la Zona de Concesión Eléctrica Definitiva de Distribución de Electro Tocache S.A.	Punto ubicado en el centro de Tocache.	0332930 E 9094828 N	500
CA-07		Punto ubicado en nuevo progreso.	0354348 E 9065787 N	527
CA-10	Instalación de la Electrificación Rural de las Localidades de Nuevo San Miguel, Panjui, Pucayacu, Chinao, Hungurahui pampa, y Nuevo Continente – Tabalosos – Lamas – San Martín.	Punto ubicado en el caserío Panjuí.	0324649 E 9282892 N	480
CA-11		Punto ubicado en el caserío Hungurahui pampa.	0323990 E 9275389 N	1159
CA-04	Reubicación y Reforzamiento de Alimentadores L-1043 y L-1044	Punto ubicado en centro poblado nueva esperanza.	0328721 E 9087345 N	400
CA-03		Punto ubicado en caserío Nueva Chilia.	0321898 E 9093157 N	533
CA-05	Sistema Eléctrico Rural Tocache II Etapa	Punto ubicado en centro poblado San Antonio de Padua.	0330915 E 9052147 N	859
CA-06		Punto ubicado en centro poblado San Pedro de Chonta.	0293466 E 9042649 N	2454
CA-01	Sistema Eléctrico Rural Tocache III Etapa	Punto ubicado en subestación Tocache.	0333689 E 9094925 N	500
CA-08		Punto ubicado en Alto el Tigre.	0364134 E 9073710 N	622
CA-09		Punto ubicado en Campanilla - La Unión.	0310349 E 9143935 N	302

- **Equipos utilizados para monitoreo de calidad de aire**

En la siguiente tabla se detallan los equipos utilizados encampo

Tabla 5

Equipos utilizados para monitoreo de calidad de aire

Nombre del Equipo	Código Interno	Parámetro	Marca	Nº de serie	Modelo
Muestreador de Partículas Bajo Volumen	ELAB-442	PM10	Fabricación Nacional	17-02	MINI VOL
Muestreador de Partículas Bajo Volumen	ELAB-443		Fabricación Nacional	17-03	MINI VOL
Rotámetro	ELAB-261	Flujo de gases	Key Instrument	(*)	MMA20

- **Parámetros de ensayo**

En la tabla 6 se describen los parámetros analizados en las estaciones monitoreadas en los 3 meses.

Tabla 6

Parámetros de ensayo

Estación de Monitoreo	Parámetro de Ensayo
CA-01, CA-02, CA-03, CA-04, CA-05, CA-06, CA-07, CA-08, CA-09, CA-10 Y CA-11	Material particulado PM10 (Bajo volumen), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO ₂), Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S).

- **Metodología de muestreo y análisis**

El monitoreo de material particulado, y concentración de gases se realizó siguiendo los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo de calidad de aire y gestión de datos aprobado mediante R.D. N° 1404-2005-DIGESA-SA

A continuación, se expone conceptos de los métodos utilizados para el análisis de los parámetros evaluados de la calidad de aire.

- **Material Particulado Respirable (PM10). AS/NZS 3580.9.9:2006. Methods for sampling and analysis of ambient air. Method 9.9: Determination of suspended particulate matter - PM10 low volume sampler - Gravimetric method.**

Para este muestreo se utilizaron equipos de bajo volumen, cuya principal característica consiste en aspirar aire del ambiente a flujo constante de 5 L/min, dentro de un orificio de forma especial donde el material particulado en suspensión es separado inercialmente en fracciones de uno o más tamaños dentro del rango menor a 10 micras. Las partículas son colectadas en un filtro de cuarzo durante un periodo de muestreo de 24 horas, para posteriormente ser analizado y determinar el peso de las partículas capturadas en dicho filtro por gravimetría

- **Monóxido de Carbono (CO). SAG-150410, Rev. 01 (Validado), referenciado en método colorimétrico, 2016. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (CO).**

Para el muestreo de este gas se ha empleado un tren de muestreo (método dinámico) y ha sido determinado por el método colorimétrico. A flujo constante de 0.5 L/min, y con un periodo muestreo de 8 horas. Los resultados son expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **Dióxido de Azufre (SO₂). EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method) 2010.**

La determinación de este gas se realizó, empleando el método estandarizado de West - Gaecke, también conocido como el método de la Pararosanilina, empleando un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión – succión, un controlador de flujo y una solución captadora de tetracloromercurato sódico 0.1 M a razón de flujo de 0.2 L/min, en un periodo de muestreo de 24 horas.

- **Dióxido de Nitrógeno (NO₂). SAG-160804 Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de Aire (NO₂).**

Es determinado por el método del Arsenito de Sodio. Las muestras de aire son atrapadas en una solución de Arsenito de Sodio más Hidróxido de Sodio, a una razón de flujo de 1.0 L/min por periodos usuales de muestreo de 1 hora.

- **Sulfuro de Hidrógeno (H₂S). SAG-120126 – Rev.1 (2014): Referenciado en Norma COVENIN 3571:2000. Calidad de Aire (Validado).**

Para el muestreo de este gas se ha empleado un tren de muestreo (método dinámico) y ha sido determinado a flujo constante de 0.2 L/min, y con un periodo muestreo de 24 horas. Los resultados son expresados en ug/m³.

En la siguiente tabla se presentan los métodos y límites de cuantificación utilizadas para la cuantificación de los parámetros evaluados.

Tabla 7

Metodología de análisis

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Material particulado PM10 (Bajo volumen)	AS/NZS 3580.9.9:2017. Methods for sampling and analysis of ambient air. Method 9.9: Determination of suspended particulate matter - PM10 low volume sampler - Gravimetric method.	2.36	ug/m ³
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-150410, Rev. 01 (Validado), Referenciado en método colorimétrico, 2016. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (CO).	600	ug/m ³
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	13.0	ug/m ³
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	SAG-160804 Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de Aire (NO ₂)	3.33	ug/m ³
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	SAG-120126 Rev. 02 (Validado). Referenciado en Norma COVENIN 3571: 2000. Calidad de Aire. Determinación de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S). 2018.	2.43	ug/m ³

- Para desarrollar el segundo objetivo que es la evaluación de la calidad de ruido ambiental en la zona de concesión de Electro Tocache.

- **Descripción de la estación de monitoreo**

Se realizó el muestreo en once (11) estaciones de calidad de aire. El monitoreo se realizó del 01 al 07 de octubre del 2019, del 14 al 23 de diciembre del 2019 y del 20 al 28 de febrero del 2020. En la tabla 4 anteriormente mencionada se detalla la ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo.

- **Equipos utilizados para monitoreo de calidad de ruido ambiental**

En la siguiente tabla se detallan los equipos utilizados en campo

Tabla 8

Equipos utilizados para monitoreo de calidad de ruido ambiental

Nombre del Equipo	Código Interno	Parámetro	Marc a	Nº de serie	Modelo
Sonómetro	ELAB-315	Nivel de Presión	3M	SE4011054 7	SE-401

- **Metodología de muestreo**

Se realizó de acuerdo a lo establecido en la propuesta del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental aprobado por R.M. N° 227- 2013-MINAM y en la primera disposición transitoria del D.S. N° 085- 2003-PCM, donde indica que la medición de ruidos se determinará de acuerdo a lo señalado en los métodos y técnicas establecidas en: ISO 1996-2:2017: Acoustic – Description, Measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of sound pressure levels. Conformada por los documentos técnicos siguientes: Estos documentos nos dice como los niveles de presión sonora pueden determinarse por medición directa, por extrapolación de los resultados, por medio de cálculo, o exclusivamente por cálculo.

Aspectos técnicos utilizados en la medición del ruido:

- _ Al sonómetro para las mediciones de ruido de tipo puntual, se le configuró la escala de ponderación “A” y la respuesta “Slow” (lento) y se mantuvo separado del cuerpo para evitar el fenómeno de concentración de ondas (reverberación).
- _ El micrófono del sonómetro se colocó en un ángulo de 45° con respecto al piso, a 1.50 m. sobre el nivel del mismo.

- _ Se tomó en cuenta que la velocidad del viento en la zona fuera menor a 3 m/s, para considerar las mediciones válidas.
 - _ La duración de la medición del ruido fue de 25 minutos aproximadamente, realizando sub-mediciones de 5 min cada una, además se realizó la medición de parámetros meteorológicos. Las mediciones se realizaron durante las actividades en periodos diurnos y nocturnos.
 - _ En base a este criterio establecido se utilizará el siguiente descriptor: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT).
- Para desarrollar el tercer objetivo que es la evaluación de la emisión de radiación no ionizante en la zona de concesión de Electro Tocache.

- **Descripción de la estación de monitoreo**

Se realizó el muestreo en once (11) estaciones de calidad de aire. El monitoreo se realizó del 01 al 07 de octubre del 2019, del 14 al 23 de diciembre del 2019 y del 20 al 28 de febrero del 2020. En la tabla 4 anteriormente mencionada se detalla la ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo.

- **Equipos utilizados para monitoreo de radiación no ionizante**

En la siguiente tabla se detallan los equipos utilizados en campo

Tabla 9

Equipos utilizados para monitoreo de calidad de radiación no ionizante

Nombre del	Código	Parámetro	Marca	Nº de serie	Modelo
Medidor de Campo Electromagnético	ELA B-232	Campo magnético, campo eléctrico y flujo magnético	LUTRON	1.184137	EMF-828
Medidor de Campo Electromagnético	ELA B-439	Campo magnético, campo eléctrico y flujo magnético	LUTRON	1.296226	EMF-839

- **Metodología de muestreo**

- _ Las mediciones se realizan a una altura de un metro sobre el piso, considerándose mediciones en otras alturas cuando sea necesario.

- _ Ubicado el punto de medición se procede con la conexión de la sonda de campo magnético y se inicia automáticamente el test de calibración y verificación de la misma y luego se realizan las mediciones y se registran los valores.
- _ Previa desactivación de la sonda de campo magnético, se procede a registrar la densidad de flujo magnético.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la calidad de aire en la zona de la concesión de Electro Tocache.

3.1.1. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de octubre

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aire concerniente al mes de octubre del 2019.

Tabla 10

Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de octubre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	6/10/2019	09:30	7/10/2019	09:30	45.00
CA-07	5/10/2019	18:00	6/10/2019	18:00	48.00
CA-10	3/10/2019	10:30	4/10/2019	10:30	44.00
CA-11	2/10/2019	08:50	3/10/2019	08:50	33.00
CA-04	6/10/2019	11:00	7/10/2019	11:00	30.00
CA-03	4/10/2019	09:00	5/10/2019	09:00	16.00
CA-05	4/10/2019	17:30	5/10/2019	17:30	26.00
CA-06	3/10/2019	12:30	4/10/2019	12:30	28.00
CA-01	1/10/2019	08:30	2/10/2019	08:30	47.00
CA-08	6/10/2019	07:30	7/10/2019	07:30	25.00
CA-09	3/10/2019	22:25	4/10/2019	22:25	20.00
ECA₍₂₎					100.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

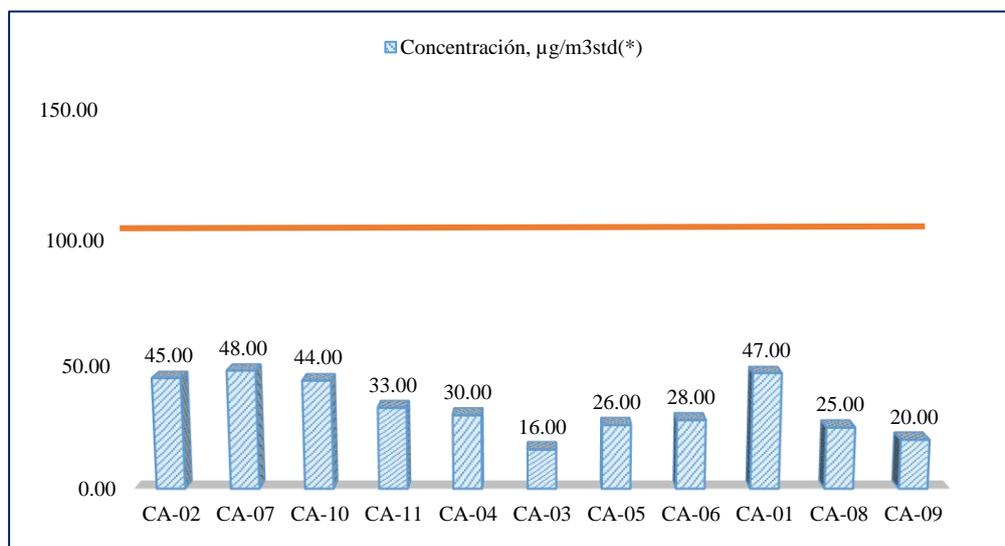


Figura 1: Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de la concentración de material particulado PM10 del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en la estación CA-07 (48.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-01 (47.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y las menores concentraciones en CA-03 (16.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-09 (20.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 11

Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de octubre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	6/10/2019	09:30	1/10/2019	17:30	910.00
CA-07	5/10/2019	18:00	6/10/2019	02:00	980.00
CA-10	3/10/2019	10:30	3/10/2019	18:30	<437.00
CA-11	2/10/2019	08:50	2/10/2019	16:50	<437.00
CA-04	6/10/2019	11:00	6/10/2019	19:00	600.00
CA-03	4/10/2019	09:00	4/10/2019	17:00	690.00
CA-05	4/10/2019	17:30	5/10/2019	01:30	500.00
CA-06	3/10/2019	12:30	3/10/2019	20:30	650.00
CA-01	1/10/2019	08:30	1/10/2019	16:30	990.00
CA-08	6/10/2019	07:30	6/10/2019	15:30	480.00
CA-09	3/10/2019	22:25	4/10/2019	06:00	520.00
ECA₍₂₎					10000.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

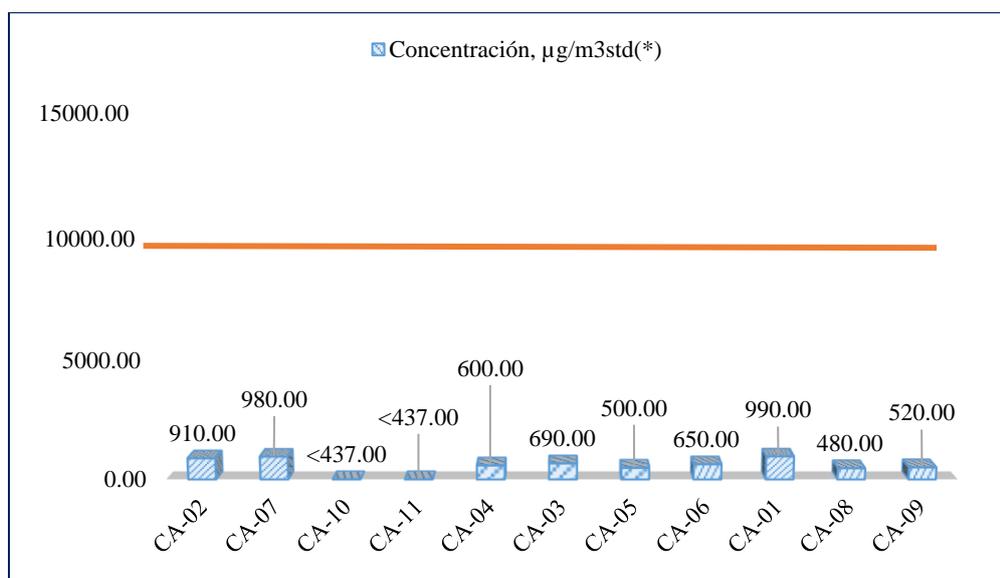


Figura 2: Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de la concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en la estación CA-01 (990.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-07 (980.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y las menores concentraciones en CA-10 (<437.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-11 (<437.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 12

Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de octubre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	6/10/2019	09:30	7/10/2019	09:30	<13.00
CA-07	5/10/2019	18:00	6/10/2019	18:00	<13.00
CA-10	3/10/2019	10:30	4/10/2019	10:30	<13.00
CA-11	2/10/2019	08:50	3/10/2019	08:50	<13.00
CA-04	6/10/2019	11:00	7/10/2019	11:00	<13.00
CA-03	4/10/2019	09:00	5/10/2019	09:00	<13.00
CA-05	4/10/2019	17:30	5/10/2019	17:30	<13.00
CA-06	3/10/2019	12:30	4/10/2019	12:30	<13.00
CA-01	1/10/2019	08:30	2/10/2019	08:30	<13.00
CA-08	6/10/2019	07:30	7/10/2019	07:30	<13.00
CA-09	3/10/2019	22:25	4/10/2019	22:25	<13.00
ECA ₍₂₎					250.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

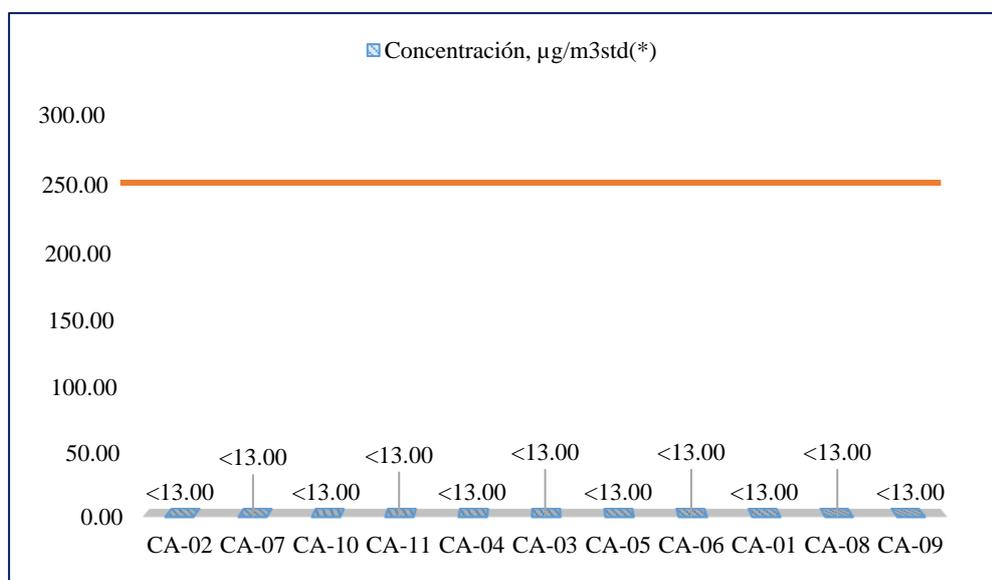


Figura 3: Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de la concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a $13.0\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 13

Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de octubre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	6/10/2019	09:30	6/10/2019	10:30	6.00
CA-07	5/10/2019	18:00	5/10/2019	19:00	13.00
CA-10	3/10/2019	10:30	3/10/2019	11:30	9.00
CA-11	2/10/2019	08:50	2/10/2019	09:50	10.00
CA-04	6/10/2019	11:00	6/10/2019	12:00	5.00
CA-03	4/10/2019	09:00	4/10/2019	10:00	4.00
CA-05	4/10/2019	17:30	4/10/2019	16:30	4.00
CA-06	3/10/2019	12:30	3/10/2019	13:30	4.00
CA-01	1/10/2019	08:30	1/10/2019	09:30	8.00
CA-08	6/10/2019	07:30	6/10/2019	08:30	4.00
CA-09	3/10/2019	22:25	3/10/2019	23:25	4.00
ECA₍₂₎					200.00

2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

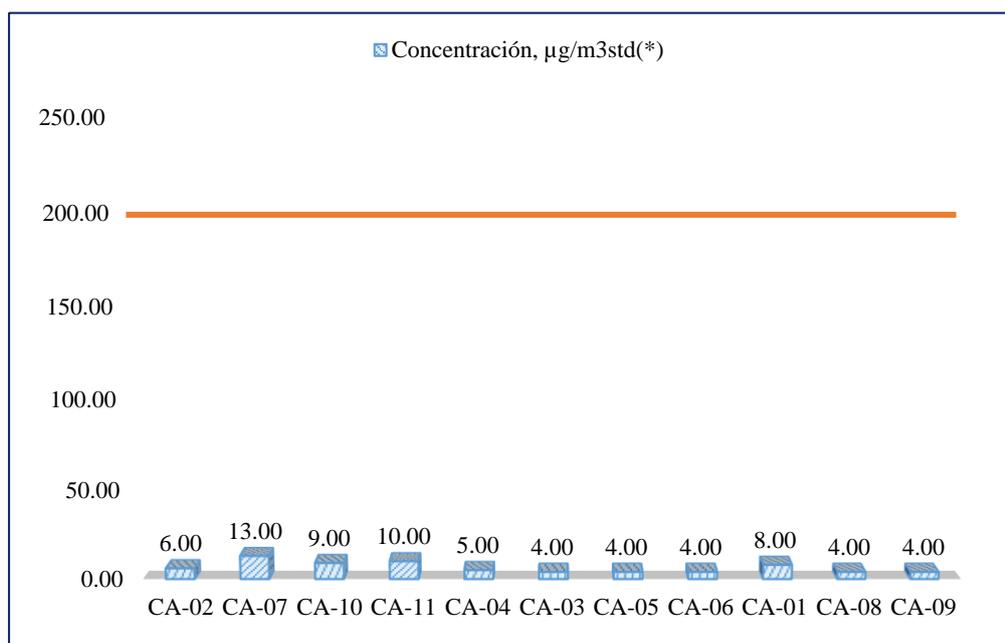


Figura 4: Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo la mayor concentración registrada en la estación CA-07 (13.0µg/m³) y las menores concentraciones en CA-03, CA-05, CA-06, CA-08 y CA-09 todas con 4.0 µg/m³.

Tabla 14

Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de octubre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m ³ std(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	6/10/2019	09:30	7/10/2019	09:30	<3.00
CA-07	5/10/2019	18:00	6/10/2019	18:00	<3.00
CA-10	3/10/2019	10:30	4/10/2019	10:30	<3.00
CA-11	2/10/2019	08:50	3/10/2019	08:50	<3.00
CA-04	6/10/2019	11:00	7/10/2019	11:00	<3.00
CA-03	4/10/2019	09:00	5/10/2019	09:00	<3.00
CA-05	4/10/2019	17:30	5/10/2019	17:30	<3.00
CA-06	3/10/2019	12:30	4/10/2019	12:30	<3.00
CA-01	1/10/2019	08:30	2/10/2019	08:30	<3.00
CA-08	6/10/2019	07:30	7/10/2019	07:30	<3.00
CA-09	3/10/2019	22:25	4/10/2019	22:25	<3.00
ECA₍₂₎					150.00

2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

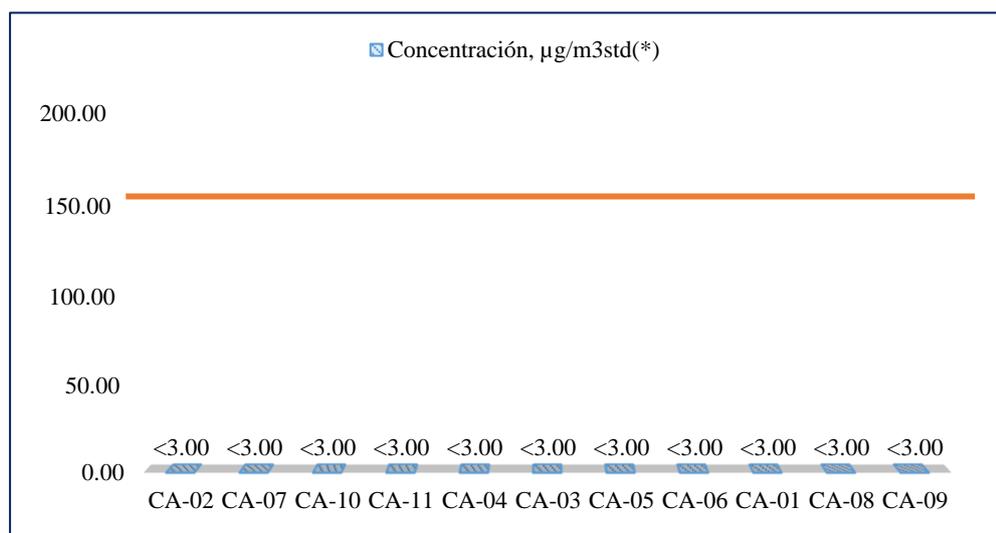


Figura 5: Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de concentración sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que

ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a $<3.0\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comentarios del monitoreo de calidad de aire del mes de octubre

– Material Particulado

En la tabla N° 10, se observa que los resultados de PM₁₀ en todas estaciones de monitoreo del mes de octubre registran concentraciones por debajo del ECA para aire ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$), cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 0032017-MINAM.

– Gases

En las tablas N° 11, 12, 13 y 14 se observa que los resultados de CO, SO₂, NO₂ y H₂S respectivamente en todas las estaciones de monitoreo del mes de octubre registran concentraciones por debajo de los ECA para aire, cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

3.1.2. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de diciembre

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aire concerniente al mes de diciembre del 2019.

Tabla 15

Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de diciembre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^{(*)}$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	14/12/2019	09:00	15/12/2019	09:00	34.10
CA-07	18/12/2019	13:00	19/12/2019	13:00	38.00
CA-10	21/12/2019	08:00	22/12/2019	08:00	26.34
CA-11	22/12/2019	14:00	23/12/2019	14:00	30.10
CA-04	15/12/2019	16:00	16/12/2019	16:00	28.22
CA-03	15/12/2019	15:00	16/12/2019	15:00	20.40
CA-05	20/12/2019	17:00	21/12/2019	17:00	21.25
CA-06	17/12/2019	07:30	18/12/2019	07:30	23.68
CA-01	14/12/2019	14:30	15/12/2019	14:30	40.50
CA-08	18/12/2019	18:30	19/12/2019	18:30	19.86
CA-09	19/12/2019	19:00	20/12/2019	19:00	21.20
ECA₍₂₎					100.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

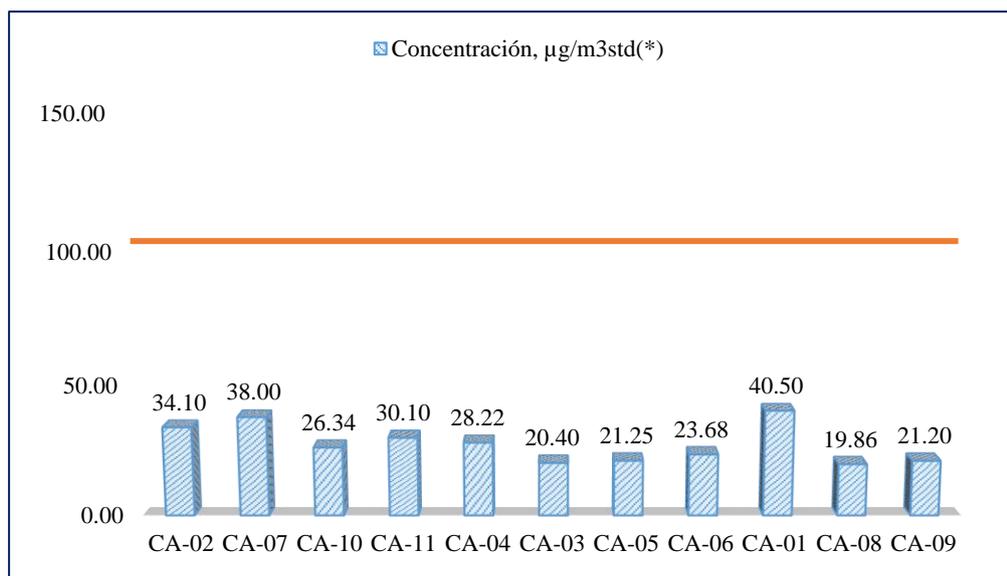


Figura 6: Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de la concentración de material particulado PM₁₀ del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en la estación CA-01 (40.5µg/m³) y CA-07 (38.0µg/m³) y las menores concentraciones en CA-08 (19.86µg/m³) y CA-03 (20.4µg/m³).

Tabla 16

Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de diciembre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m ³ std ^(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	14/12/2019	09:00	14/12/2019	17:00	<600.00
CA-07	18/12/2019	13:00	18/12/2019	21:00	<437.00
CA-10	21/12/2019	08:00	21/12/2019	16:00	630.00
CA-11	22/12/2019	14:00	22/12/2019	22:00	<600.00
CA-04	15/12/2019	16:00	16/12/2019	00:00	940.00
CA-03	15/12/2019	15:00	15/12/2019	23:00	<600.00
CA-05	20/12/2019	17:00	21/12/2019	01:00	680.00
CA-06	17/12/2019	07:30	17/12/2019	15:30	<600.00
CA-01	14/12/2019	14:30	14/12/2019	22:30	820.00
CA-08	18/12/2019	18:30	19/12/2019	02:30	<437.00
CA-09	19/12/2019	19:00	20/12/2019	03:00	850.00
ECA ₍₂₎					10000.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

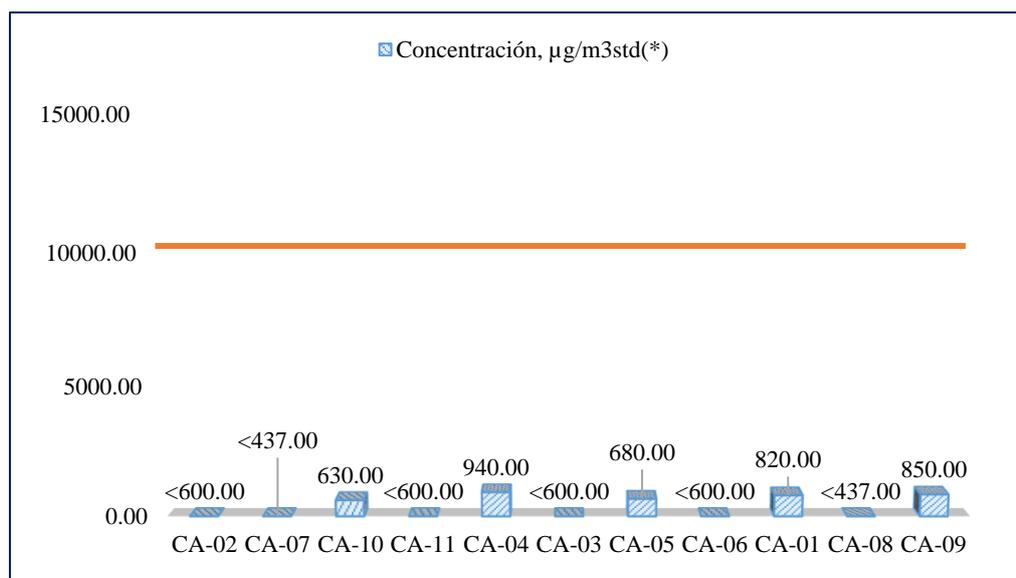


Figura 7: Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de la concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en la estación CA-04 (940.0µg/m³) y CA-09 (850.0µg/m³) y las menores concentraciones en CA-07 (<437.0µg/m³) y CA-08 (<437.0µg/m³).

Tabla 17

Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de diciembre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m3std(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	14/12/2019	09:00	15/12/2019	09:00	<13.00
CA-07	18/12/2019	13:00	19/12/2019	13:00	<13.00
CA-10	21/12/2019	08:00	22/12/2019	08:00	<13.00
CA-11	22/12/2019	14:00	23/12/2019	14:00	<13.00
CA-04	15/12/2019	16:00	16/12/2019	16:00	<13.00
CA-03	15/12/2019	15:00	16/12/2019	15:00	<13.00
CA-05	20/12/2019	17:00	21/12/2019	17:00	<13.00
CA-06	17/12/2019	07:30	18/12/2019	07:30	<13.00
CA-01	14/12/2019	14:30	15/12/2019	14:30	<13.00
CA-08	18/12/2019	18:30	19/12/2019	18:30	<13.00
CA-09	19/12/2019	19:00	20/12/2019	19:00	<13.00
ECA ₍₂₎					250.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

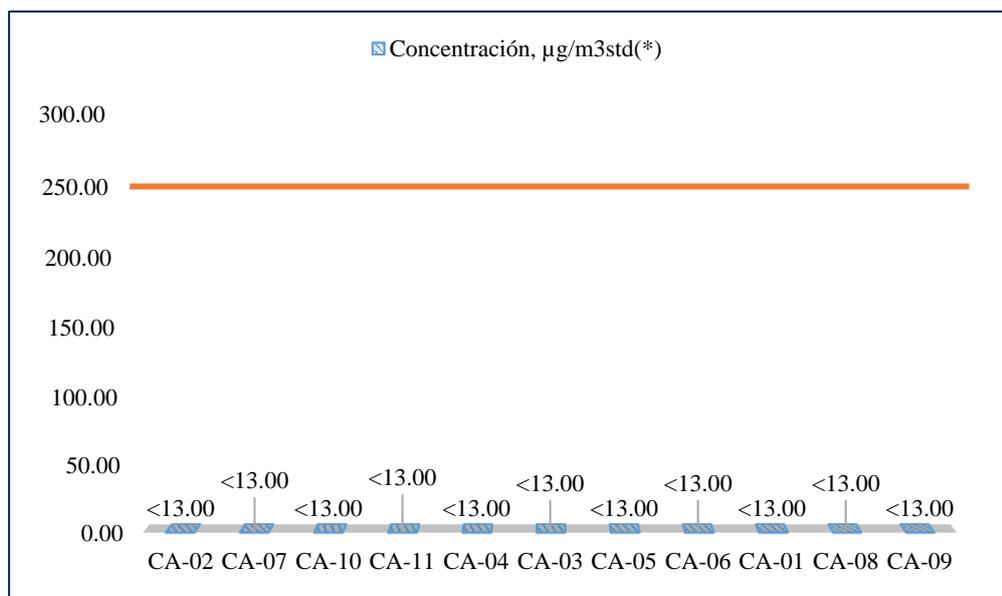


Figura 8: Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de la concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a <13.0µg/m³.

Tabla 18

Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de diciembre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m3std(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	14/12/2019	09:00	14/12/2019	10:00	6.00
CA-07	18/12/2019	13:00	18/12/2019	14:00	9.00
CA-10	21/12/2019	08:00	21/12/2019	09:00	8.00
CA-11	22/12/2019	14:00	22/12/2019	15:00	8.00
CA-04	15/12/2019	16:00	15/12/2019	17:00	6.00
CA-03	15/12/2019	15:00	15/12/2019	16:00	9.00
CA-05	20/12/2019	17:00	20/12/2019	18:00	15.42
CA-06	17/12/2019	07:30	17/12/2019	08:30	5.00
CA-01	14/12/2019	14:30	14/12/2019	15:30	32.58
CA-08	18/12/2019	18:30	18/12/2019	19:30	5.00
CA-09	19/12/2019	19:00	19/12/2019	20:00	4.00
ECA₍₂₎					200.00

2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

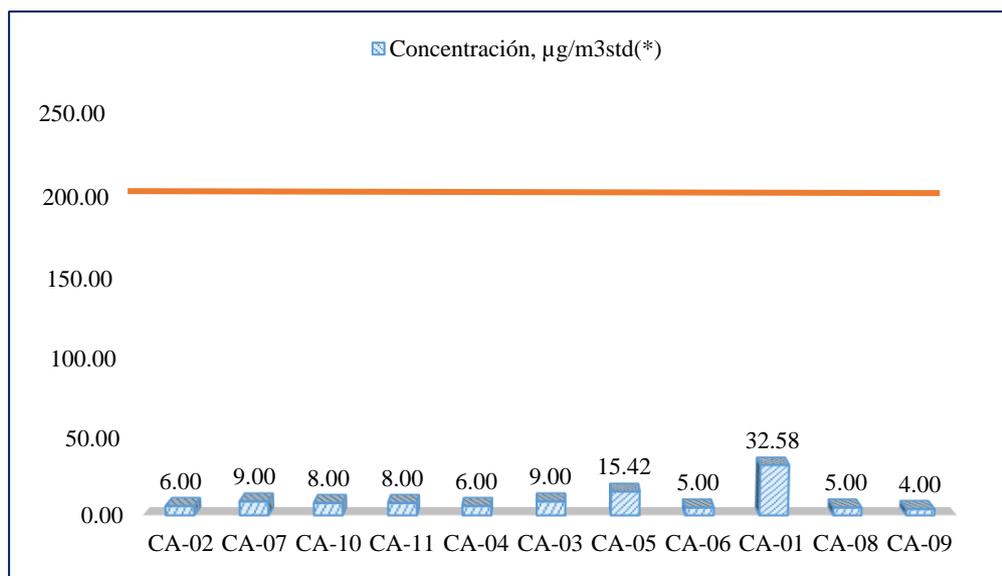


Figura 9: Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo la mayor concentración registrada en la estación CA-01 (32.58µg/m³) y las menores concentraciones en CA-09 (4.0µg/m³), CA-06 (5.0µg/m³) y CA-08 (5.0µg/m³).

Tabla 19

Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de diciembre

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m ³ std(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	14/12/2019	09:00	15/12/2019	09:00	<3.00
CA-07	18/12/2019	13:00	19/12/2019	13:00	<3.00
CA-10	21/12/2019	08:00	22/12/2019	08:00	<3.00
CA-11	22/12/2019	14:00	23/12/2019	14:00	<3.00
CA-04	15/12/2019	16:00	16/12/2019	16:00	<3.00
CA-03	15/12/2019	15:00	16/12/2019	15:00	<3.00
CA-05	20/12/2019	17:00	21/12/2019	17:00	<3.00
CA-06	17/12/2019	07:30	18/12/2019	07:30	<3.00
CA-01	14/12/2019	14:30	15/12/2019	14:30	<3.00
CA-08	18/12/2019	18:30	19/12/2019	18:30	<3.00
CA-09	19/12/2019	19:00	20/12/2019	19:00	<3.00
ECA₍₂₎					150.00

2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

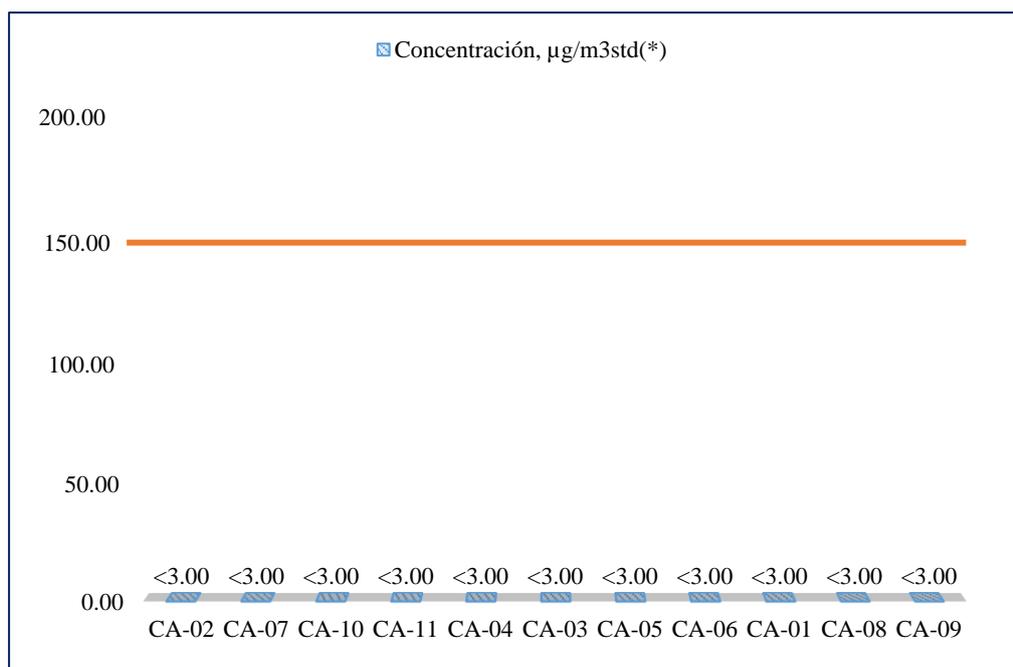


Figura 10: Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de concentración sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a <3.0µg/m³.

Comentarios del monitoreo de calidad de aire del mes de octubre

– Material Particulado

En la tabla N° 15, se observa que los resultados de PM₁₀ en todas estaciones de monitoreo del mes de diciembre registran concentraciones por debajo del ECA para aire (100 µg/m³), cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 0032017-MINAM.

– Gases

En las tablas N° 16, 17, 18 y 19 se observa que los resultados de CO, SO₂, NO₂ y H₂S respectivamente en todas las estaciones de monitoreo del mes de diciembre registran concentraciones por debajo de los ECA para aire, cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

3.1.3. Resultados de monitoreo de calidad de aire del mes de febrero

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aire concerniente al mes de febrero del 2020.

Tabla 20

Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de febrero

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	20/02/2020	14:00	21/02/2020	14:00	24.51
CA-07	24/02/2020	14:00	25/02/2020	14:00	21.75
CA-10	27/02/2020	10:00	28/02/2020	10:00	12.37
CA-11	27/02/2020	12:00	28/02/2020	12:00	20.10
CA-04	21/02/2020	16:00	22/02/2020	16:00	23.71
CA-03	21/02/2020	15:00	23/02/2020	15:00	19.58
CA-05	22/02/2020	19:00	23/02/2020	19:00	13.88
CA-06	23/02/2020	07:00	24/02/2020	07:00	18.71
CA-01	20/02/2020	13:00	21/02/2020	13:00	17.90
CA-08	24/02/2020	16:00	25/02/2020	16:00	13.54
CA-09	25/02/2020	20:00	26/02/2020	20:00	19.26
ECA ₍₂₎					100.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

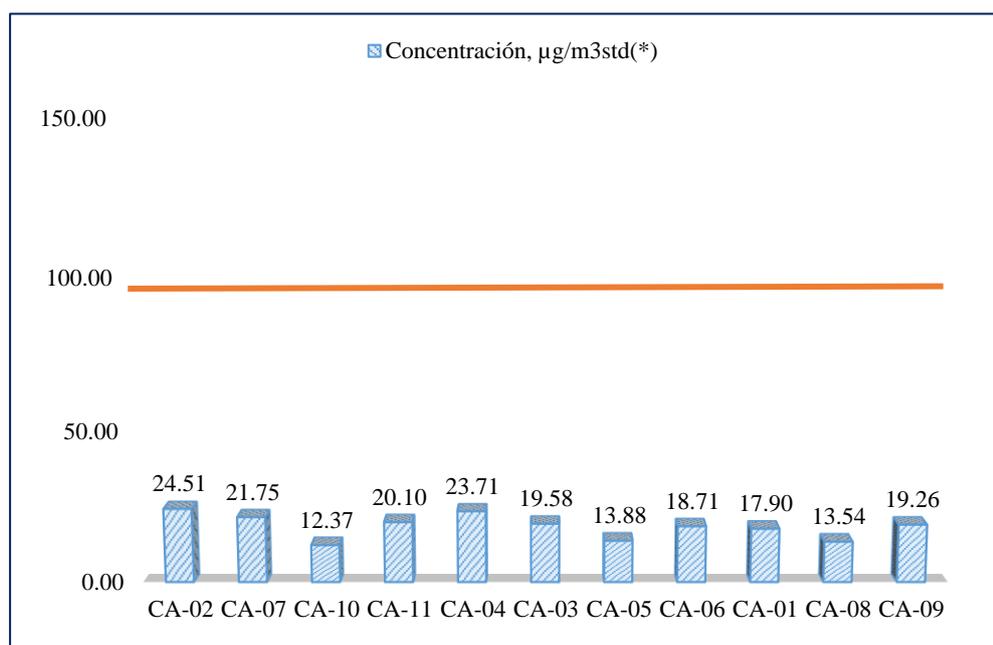


Figura 11: Concentración de material particulado PM₁₀ del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la concentración de material particulado PM10 del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en la estación CA-02 (24.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-04 (23.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y las menores concentraciones en CA-10 (12.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-08 (13.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 21

Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de febrero

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	20/02/2020	14:00	20/02/2020	22:00	<600.00
CA-07	24/02/2020	14:00	24/02/2020	22:00	<600.00
CA-10	27/02/2020	10:00	27/02/2020	18:00	<600.00
CA-11	27/02/2020	12:00	27/02/2020	20:00	<600.00
CA-04	21/02/2020	16:00	22/02/2020	00:00	2391.00
CA-03	21/02/2020	15:00	21/02/2020	23:00	<600.00
CA-05	22/02/2020	19:00	23/02/2020	03:00	4873.00
CA-06	23/02/2020	07:00	23/02/2020	15:00	<600.00
CA-01	20/02/2020	13:00	20/02/2020	21:00	<600.00
CA-08	24/02/2020	16:00	25/02/2020	00:00	<600.00
CA-09	25/02/2020	20:00	26/02/2020	04:00	1434.00
ECA ⁽²⁾					10000.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

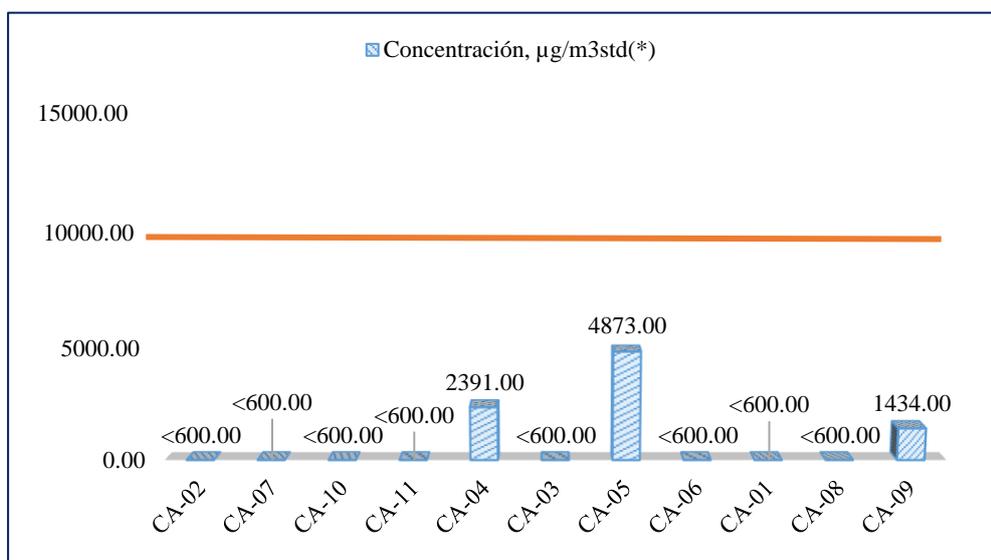


Figura 12: Concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la concentración de monóxido de carbono (CO) del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en las estaciones CA-05 (4873.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), CA-04 (2391.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y CA-09 (1434.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) las demás estaciones registraron concentraciones <600.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 22

Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de febrero

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	20/02/2020	14:00	21/02/2020	14:00	<13.00
CA-07	24/02/2020	14:00	25/02/2020	14:00	<13.00
CA-10	27/02/2020	10:00	28/02/2020	10:00	<13.00
CA-11	27/02/2020	12:00	28/02/2020	12:00	<13.00
CA-04	21/02/2020	16:00	22/02/2020	16:00	<13.00
CA-03	21/02/2020	15:00	23/02/2020	15:00	<13.00
CA-05	22/02/2020	19:00	23/02/2020	19:00	<13.00
CA-06	23/02/2020	07:00	24/02/2020	07:00	<13.00
CA-01	20/02/2020	13:00	21/02/2020	13:00	<13.00
CA-08	24/02/2020	16:00	25/02/2020	16:00	<13.00
CA-09	25/02/2020	20:00	26/02/2020	20:00	<13.00
ECA₍₂₎					250.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

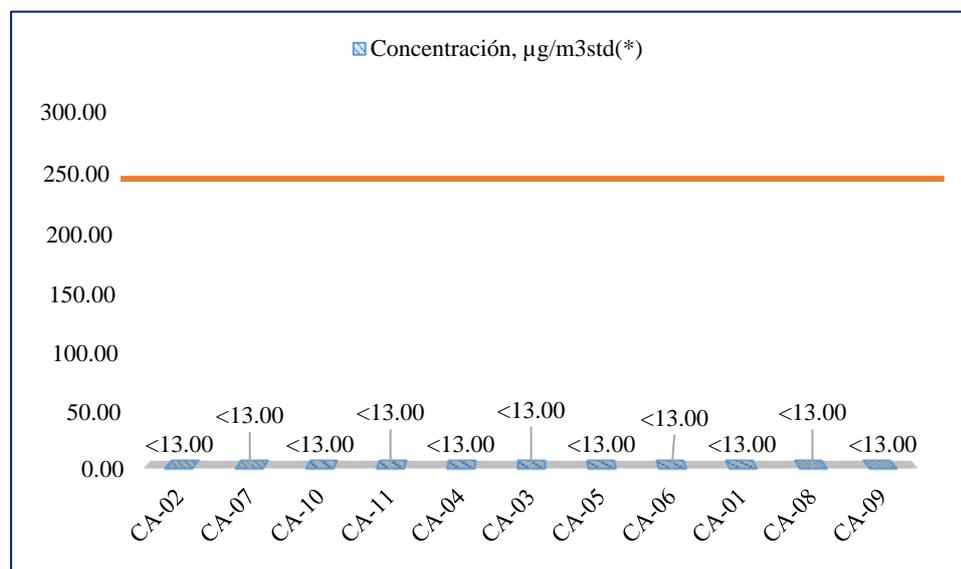


Figura 13: Concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la concentración de dióxido de azufre (SO₂) del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a $13.0\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 23

Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de febrero

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{std}^*$
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	20/02/2020	14:00	20/02/2020	15:00	<3.33
CA-07	24/02/2020	14:00	24/02/2020	15:00	<3.33
CA-10	27/02/2020	10:00	27/02/2020	11:00	<3.33
CA-11	27/02/2020	12:00	27/02/2020	13:00	<3.33
CA-04	21/02/2020	16:00	21/02/2020	17:00	<3.33
CA-03	21/02/2020	15:00	21/02/2020	16:00	27.50
CA-05	22/02/2020	19:00	22/02/2020	20:00	67.82
CA-06	23/02/2020	07:00	23/02/2020	08:00	<3.33
CA-01	20/02/2020	13:00	20/02/2020	14:00	91.96
CA-08	24/02/2020	16:00	24/02/2020	17:00	<3.33
CA-09	25/02/2020	20:00	25/02/2020	21:00	<3.33
ECA ₍₂₎					200.00

2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

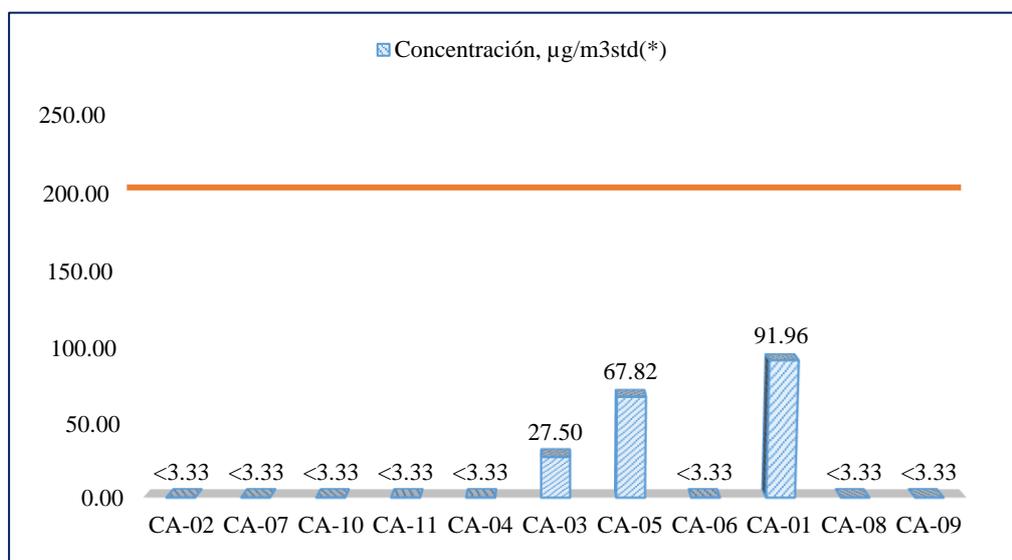


Figura 14: Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, siendo las mayores concentraciones registradas en las estaciones CA-01 (91.96µg/m³), CA-05 (67.82µg/m³) y CA-03 (27.50µg/m³) las demás estaciones registraron concentraciones <3.33µg/m³.

Tabla 24

Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de febrero

Estación	Fecha de Monitoreo				Concentración, µg/m ³ std(*)
	Fecha Inicio	Hora Inicio (h)	Fecha Final	Hora Final (h)	
CA-02	20/02/2020	14:00	21/02/2020	14:00	<3.00
CA-07	24/02/2020	14:00	25/02/2020	14:00	<3.00
CA-10	27/02/2020	10:00	28/02/2020	10:00	<3.00
CA-11	27/02/2020	12:00	28/02/2020	12:00	<3.00
CA-04	21/02/2020	16:00	22/02/2020	16:00	<3.00
CA-03	21/02/2020	15:00	23/02/2020	15:00	<3.00
CA-05	22/02/2020	19:00	23/02/2020	19:00	<3.00
CA-06	23/02/2020	07:00	24/02/2020	07:00	<3.00
CA-01	20/02/2020	13:00	21/02/2020	13:00	<3.00
CA-08	24/02/2020	16:00	25/02/2020	16:00	<3.00
CA-09	25/02/2020	20:00	26/02/2020	20:00	<3.00
ECA ₍₂₎					150.00

(2) Sustentado en el D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(*) Microgramos por metro cúbico a condiciones estándar a 25°C y 1 atm. Elaboración propia, 2019.

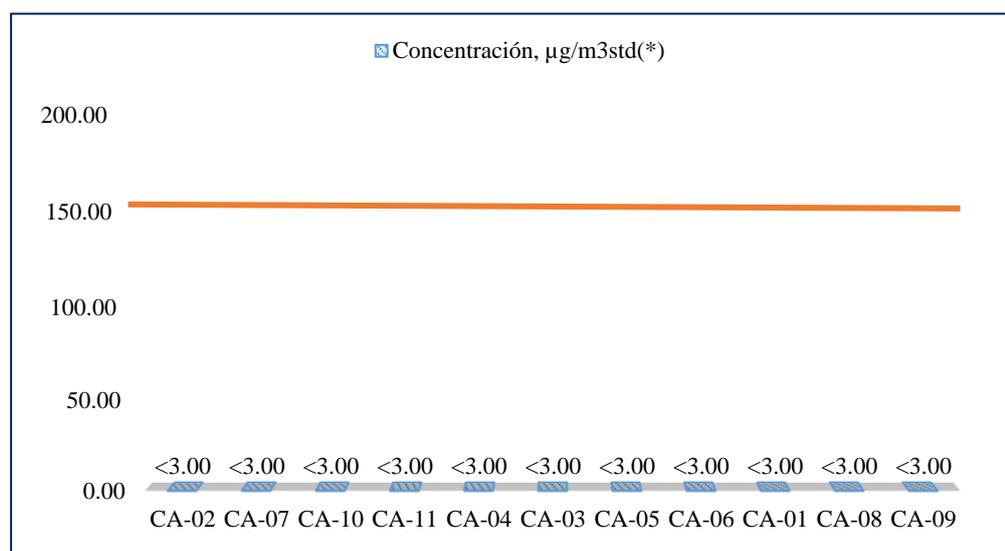


Figura 15: Concentración de sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de concentración sulfuro de hidrogeno (H₂S) del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que las concentraciones son menores a <3.0µg/m³.

Comentarios del monitoreo de calidad de aire del mes de octubre

– Material Particulado

En la tabla N° 20, se observa que los resultados de PM₁₀ en todas estaciones de monitoreo del mes de febrero registran concentraciones por debajo del ECA para aire (100 µg/m³), cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 0032017-MINAM.

– Gases

En las tablas N° 21, 22, 23 y 24 se observa que los resultados de CO, SO₂, NO₂ y H₂S respectivamente en todas las estaciones de monitoreo del mes de febrero registran concentraciones por debajo de los ECA para aire, cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

3.2. Evaluación de la calidad de ruido ambiental en la zona de la concesión de Electro Tocache.

3.2.1. Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario diurno

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de calidad de ruido ambiental correspondiente al horario diurno.

Tabla 25

Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de octubre

Estación	Resultados dB(A) - Horario diurno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha Inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	6/10/2019	9:35-10:00	61.5
RA-07	6/10/2019	15:10-15:35	64.0
RA-10	3/10/2019	10:40-11:05	51.5
RA-11	2/10/2019	08:55-09:20	55.5
RA-04	6/10/2019	11:20-11:45	59.3
RA-03	4/10/2019	09:15-09:40	52.1
RA-05	4/10/2019	17:30-17:55	51.5
RA-06	3/10/2019	12:35-13:00	57.5
RA-01	1/10/2019	08:40-09:05	58.0
RA-08	6/10/2019	07:35-08:00	57.5
RA-09	4/10/2019	16:25-16:50	55.0
ECA⁽³⁾ - Diurno - Zona Residencial			60.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

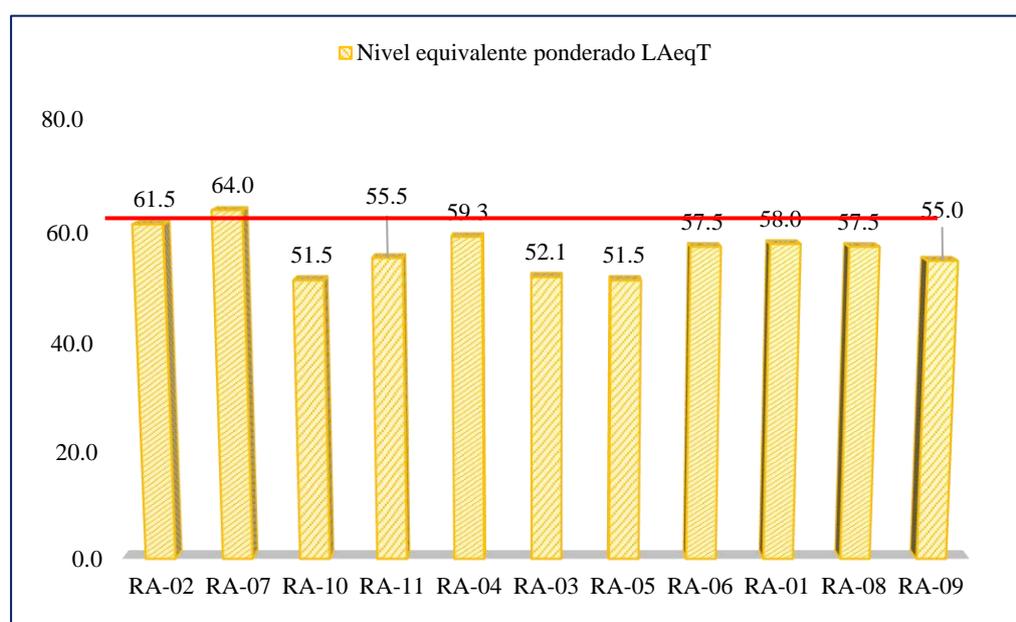


Figura 16: Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos 2 de ellos exceden los ECA para horario diurno en zona residencial las cuales son la estación RA-07 (64.0dB) y RA-02 (61.5dB), siendo los menores niveles de ruido los registrados en la estación RA-10 (51.5dB), RA-05 (51.5dB) y RA-05 (52.5dB).

Tabla 26

Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de diciembre

Estación	Resultados dB(A) - Horario diurno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	14/12/2019	09:10-09:35	58.6
RA-07	18/12/2019	13:20-13:45	61.4
RA-10	21/12/2019	08:15-08:45	42.9
RA-11	22/12/2019	14:25-14:50	46.8
RA-04	15/12/2019	16:10-16:35	57.2
RA-03	15/12/2019	15:45-16:10	55.1
RA-05	20/12/2019	17:05-17:30	56.9
RA-06	17/12/2019	07:40-08:05	56.3
RA-01	14/12/2019	14:40-15:05	63.8
RA-08	19/12/2019	10:00-10:25	48.9
RA-09	20/12/2019	09:30-09:55	53.5
ECA₍₃₎ - Diurno - Zona Residencial			60.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

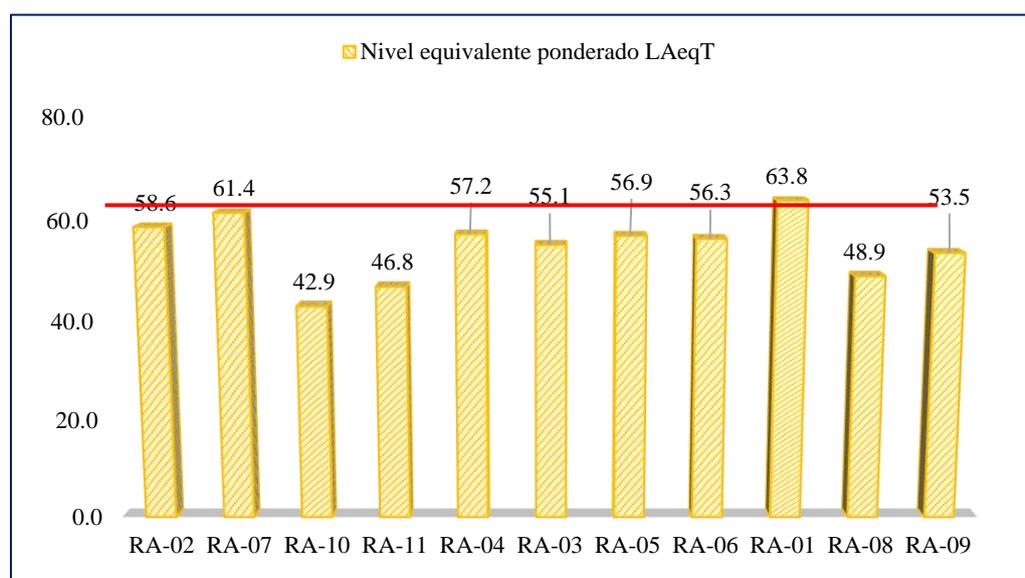


Figura 17: Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos 2 de ellos exceden los ECA para horario diurno en zona residencial las cuales son la estación RA-01 (63.8dB) y RA-07 (61.4dB), siendo los menores niveles de ruido los registrados en la estación RA-10 (42.9dB), RA-11 (46.8dB) y RA-08 (48.9dB).

Tabla 27

Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de febrero

Estación	Resultados dB(A) - Horario diurno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	20/02/2020	14:30-13:55	62.9
RA-07	24/02/2020	14:30-13:55	51.8
RA-10	27/02/2020	10:10-10:35	55.3
RA-11	27/02/2020	13:10-13:35	51.3
RA-04	21/02/2020	16:20-16:45	60.8
RA-03	21/02/2020	15:15-15:45	49.3
RA-05	23/02/2020	14:20-14:45	56.9
RA-06	23/02/2020	07:10-07:35	46.3
RA-01	20/02/2020	13:05-13:30	59.5
RA-08	24/02/2020	17:00-17:25	48.9
RA-09	26/02/2020	09:30-09:55	53.5
ECA⁽³⁾ - Diurno - Zona Residencial			60.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

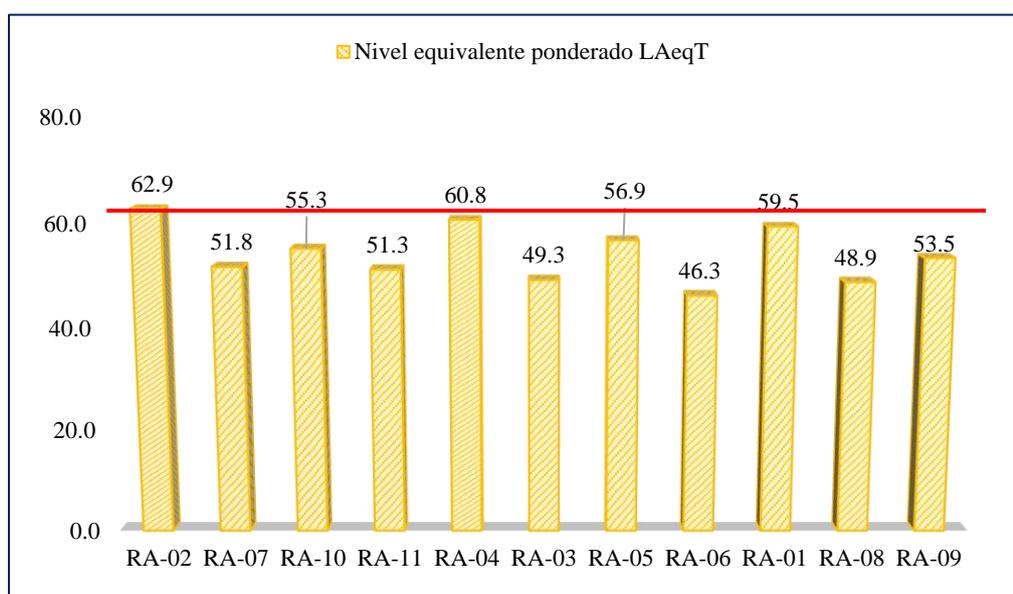


Figura 18: Resultados de calidad de ruido ambiental horario diurno del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos 2 de ellos exceden los ECA para horario diurno en zona residencial las cuales son la estación RA-02 (62.9dB) y RA-04 (60.8dB), siendo los menores niveles de ruido los registrados en la estación RA-06 (46.3dB), RA-08 (48.9dB) y RA-03 (49.3dB).

Comentarios del monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario diurno

Los datos obtenidos en la medición de ruido ambiental para el horario diurno en las estaciones de monitoreo evaluadas, permite mencionar que de las 11 estaciones 2 exceden en el mes de octubre, 2 en diciembre y 2 en febrero, siendo la estación RA-02 ubicado en el centro de Tocache que excede en dos meses monitoreados en octubre (61.5dB) y febrero (62.9dB) y la estación RA-07 ubicado en Nuevo Progreso que sobrepasa los niveles en los meses de octubre (64.0dB) y diciembre (61.4dB) ambas estaciones mencionadas pertenecen al proyecto “Ampliación de la Zona de Concesión Eléctrica Definitiva de Distribución de Electro Tocache S.A.”, dando a indicar que el desarrollo de este proyecto excede los estándares de calidad de ruido ambiental en el horario diurno para una zona residencial (60.0dB), además se tiene que la estación RA-04 ubicado en el centro poblado Nueva Esperanza excedió en el mes de febrero (60.8dB) perteneciente al proyecto “Reubicación y Reforzamiento de Alimentadores L-1043 y L-1044” y por último la estación RA-01 ubicado en la subestación Tocache excedió en el mes de diciembre (63.8dB) el cual pertenece al proyecto “Sistema Eléctrico Rural Tocache III Etapa”; en tanto las otras estaciones monitoreadas en los 3 meses no mencionadas no excedieron el ECA para ruido.

3.2.2. Resultados de monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario nocturno

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de calidad de ruido ambiental correspondiente al horario nocturno.

Tabla 28

Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de octubre

Estación	Resultados dB(A) - Horario nocturno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	07/10/2019	05:45-06:10	49.4
RA-07	05/10/2019	19:40-20:05	40.3
RA-10	04/10/2019	06:30-06:55	48.6
RA-11	03/10/2019	06:30-06:55	52.5
RA-04	07/10/2019	06:30-06:55	53.8
RA-03	04/10/2019	05:40-06:05	49.7
RA-05	04/10/2019	20:10-20:45	41.2
RA-06	03/10/2019	19:20-19:45	49.2
RA-01	02/10/2019	06:10-06:35	48.9
RA-08	06/10/2019	20:30-20:55	44.4
RA-09	03/10/2019	22:30-22:55	51.4
ECA₍₃₎ - Nocturno - Zona Residencial			50.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

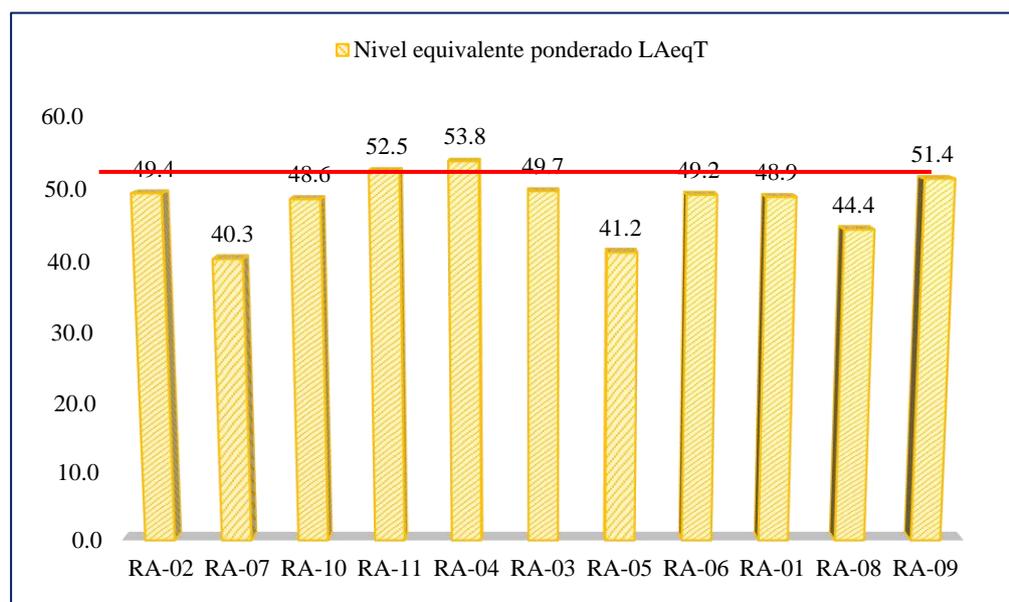


Figura 19: Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos³ de ellos exceden los ECA para horario nocturno en zona residencial las cuales son la estación RA-04 (53.8dB), RA-11 (52.5dB) y RA-09 (51.4dB), siendo los menores niveles de ruido los registrados en la estación RA-07 (40.3dB), RA-05 (41.2dB) y RA-08 (44.4dB).

Tabla 29

Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de diciembre

Estación	Resultados dB(A) - Horario nocturno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha Inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	15/12/2019	05:45-06:10	40.3
RA-07	18/12/2019	20:40-20:05	42.6
RA-10	22/12/2019	05:40-06:05	51.5
RA-11	22/12/2019	19:30-19:55	46.9
RA-04	15/12/2019	19:30-19:55	47.3
RA-03	15/12/2019	21:40-22:05	44.5
RA-05	20/12/2019	22:10-22:35	32.2
RA-06	18/12/2019	06:20-06:45	50.8
RA-01	14/12/2019	22:10-22:35	52.7
RA-08	20/12/2019	06:30-06:55	46.0
RA-09	21/12/2019	06:30-06:55	42.7
ECA₍₃₎ - Nocturno - Zona Residencial			50.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

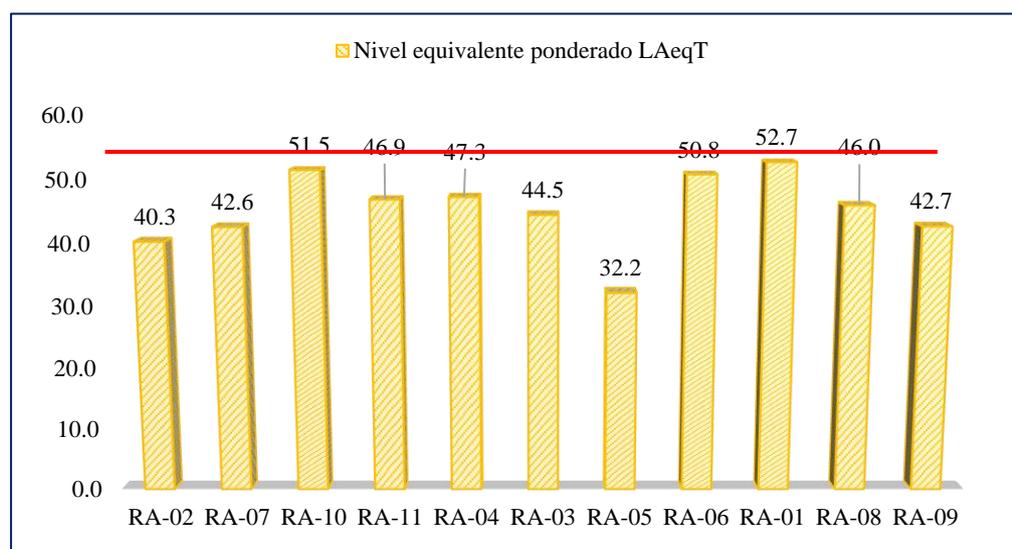


Figura 20: Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos 3 de ellos exceden los ECA para horario nocturno en zona residencial las cuales son la estación RA-01 (52.7dB), RA-10 (51.5dB) y RA-06 (50.8dB), siendo los menores niveles de ruido los registrados en la estación RA-05 (32.2dB) y RA-02 (40.3dB).

Tabla 30

Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de febrero

Estación	Resultados dB(A) - Horario nocturno		Nivel equivalente ponderado LAeqT
	Fecha inicio	Hora inicio - hora final (h)	
RA-02	20/02/2020	22:45-23:10	55.5
RA-07	24/02/2020	20:40-21:05	50.7
RA-10	28/02/2020	05:40-06:05	52.0
RA-11	27/02/2020	22:30-22:55	50.1
RA-04	22/02/2020	06:30-06:55	56.9
RA-03	22/02/2020	05:40-06:05	48.7
RA-05	22/02/2020	22:10-22:45	49.8
RA-06	24/02/2020	06:20-06:45	49.1
RA-01	20/02/2020	22:10-22:35	55.9
RA-08	25/02/2020	06:30-06:55	47.5
RA-09	26/02/2020	06:30-06:55	52.2
ECA₍₃₎ - Nocturno - Zona Residencial			50.0

(3) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Elaboración propia, 2019.

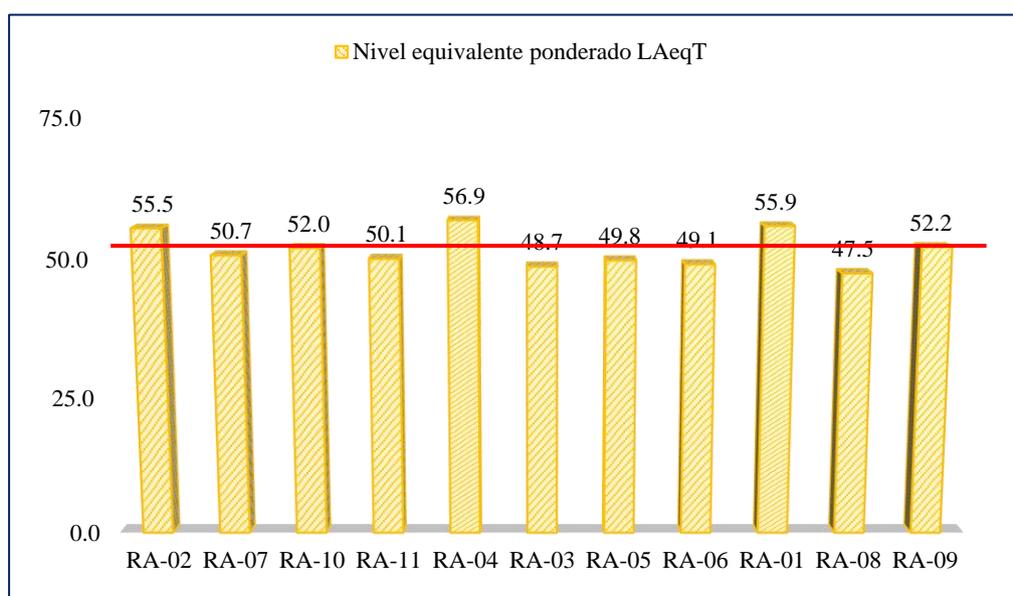


Figura 21: Resultados de calidad de ruido ambiental horario nocturno del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de la calidad de ruido ambiental del mes de febrero del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos 7 de ellos exceden los ECA para horario nocturno en zona residencial las cuales son la estación RA-02 (55.5dB), RA-07 (50.7dB), RA-10 (52.0dB), RA-11 (50.1dB), RA-04 (56.9dB), RA-01 (55.9dB) y RA-09 (52.2dB) siendo las demás estaciones no mencionadas las que lo excedieron los ECA para ruido ambiental en horario nocturno (50.0dB).

Comentarios del monitoreo de calidad de ruido ambiental de horario diurno

Los datos obtenidos en la medición de ruido ambiental para el horario diurno en las estaciones de monitoreo evaluadas, permite mencionar que de las 11 estaciones 3 exceden en el mes de octubre, 3 en diciembre y 7 en febrero, siendo la estación RA-10 ubicado en el caserío Hungurahuipampa que excede en dos meses monitoreados en octubre (52.5dB) y febrero (50.1dB) y la estación RA-10 ubicado en el caserío Panjuí que sobrepasa los niveles en los meses de diciembre (51.5dB) y febrero (52.0dB) ambas estaciones mencionadas pertenecen al proyecto “Instalación de la Electrificación Rural de las Localidades de Nuevo San Miguel, Panjui, Pucayacu, Chinao, Hungurahuipampa, y Nuevo Continente – Tabalosos – Lamas – San Martín”, además se tiene que la estación RA-09 ubicado en Campanilla - La Unión excedió en los meses de octubre (51.4dB) y febrero (52.2dB), y la estación RA-01 ubicado en la subestación Tocache excedió en 2 meses también en diciembre (52.7dB) y febrero (55.9dB) ambas estaciones de monitoreo perteneciente al proyecto “Sistema Eléctrico Rural Tocache III Etapa”, siendo ambos proyectos anteriormente mencionados los que más exceden en sus estaciones monitoreadas también la estación RA-04 ubicado en el centro poblado Nueva Esperanza excede en 2 meses monitoreados en octubre (53.8dB) y febrero (56.9dB) perteneciente al proyecto “Reubicación y Reforzamiento de Alimentadores L-1043 y L-1044”; en tanto las siguientes estaciones son las que sobrepasan los estándares solo en un mes RA-06 (50.8dB) en diciembre, RA-02 (55.5dB) en febrero y RA-07 (50.7dB) en febrero, cabe indicar además que el número de estaciones que más excedieron en un solo mes fue de 7 y en febrero del 2020.

3.3. Evaluación de la radiación no ionizante en la zona de concesión Electro Tocache.

3.3.1. Resultados de monitoreo de radiación no ionizante

En las siguientes tablas se presentan los resultados del monitoreo de radiación no ionizante de los meses de octubre, diciembre y febrero.

Tabla 31

Resultados de radiación no ionizante del mes de octubre

Estación	Resultados		Densidad de flujo magnético (μT)
	Fecha	Hora	
RAD-02	6/10/2019	10:00-10:15	0.40
RAD-07	6/10/2019	17:00-17:15	0.46
RAD-10	3/10/2019	11:00-11:15	0.17
RAD-11	2/10/2019	10:30-10:45	0.13
RAD-04	7/10/2019	11:15-11:30	0.27
RAD-03	4/10/2019	10:40-10:55	0.08
RAD-05	4/10/2019	17:00-17:15	0.10
RAD-06	3/10/2019	13:00-13:15	0.09
RAD-01	1/10/2019	10:10-10:25	0.23
RAD-08	6/10/2019	16:30-16:45	0.15
RAD-09	5/10/2019	13:30-13:45	0.11
ECA⁽⁴⁾			6.3

(4) Establecido en el D.S. N° 010-2005-PCM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes.

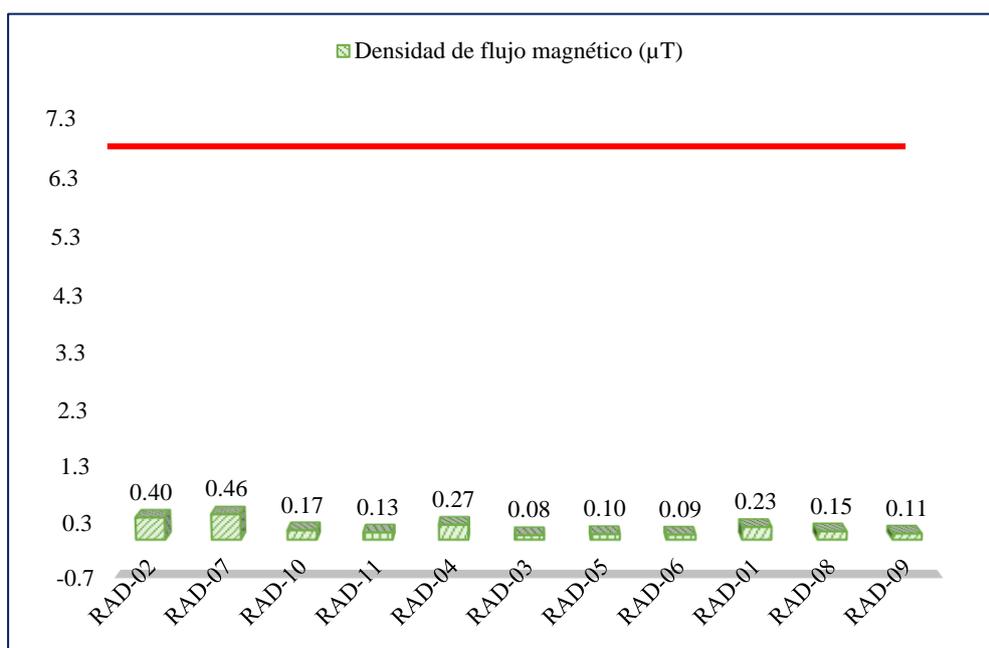


Figura 22: Resultados de radiación no ionizante del mes de octubre

De los resultados del monitoreo de radiación no ionizante del mes de octubre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que los resultados son menores a $6.3 \mu\text{T}$, siendo los mayores registros de la estación RAD-07 ($0.46\mu\text{T}$) y RAD-02 ($0.40\mu\text{T}$).

Tabla 32

Resultados de radiación no ionizante del mes de diciembre

Estación	Resultados		Densidad de flujo magnético (μT)
	Fecha	Hora	
RAD-02	14/12/2019	10:00-10:15	0.15
RAD-07	18/12/2019	14:00-14:15	0.20
RAD-10	21/12/2019	09:50-10:05	0.14
RAD-11	22/12/2019	14:15-14:30	0.09
RAD-04	15/12/2019	16:30-16:45	0.32
RAD-03	16/12/2019	14:40-14:55	0.17
RAD-05	20/12/2019	15:10-15:25	1.02
RAD-06	17/12/2019	10:20-10:35	0.10
RAD-01	14/12/2019	15:00-15:15	0.33
RAD-08	19/12/2019	17:05-17:20	0.07
RAD-09	20/12/2019	17:00-17:15	0.51
ECA⁽⁴⁾			6.3

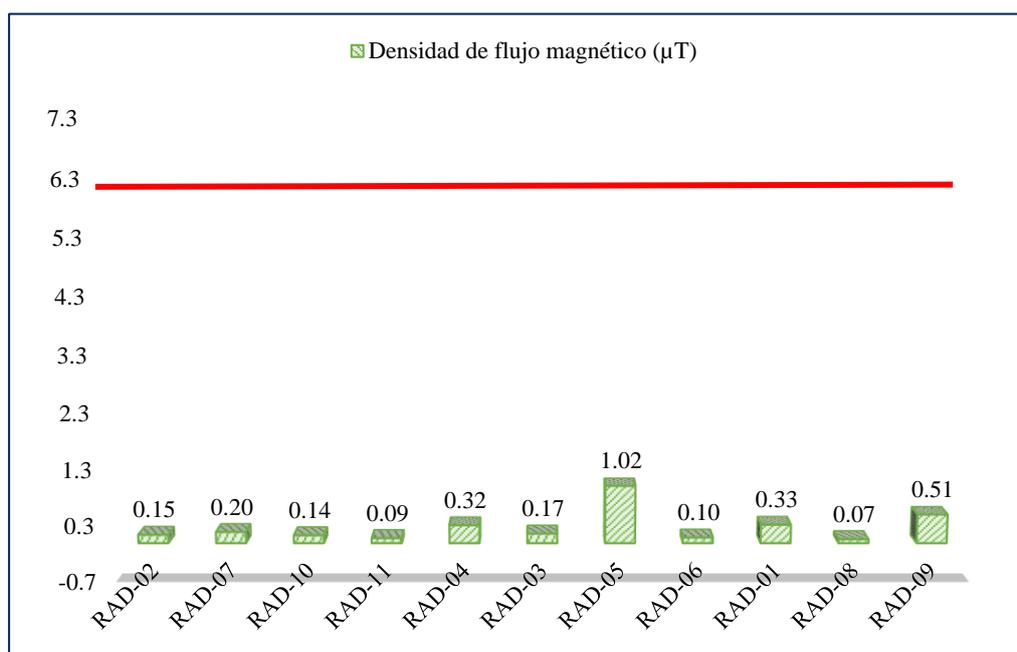


Figura 23: Resultados de radiación no ionizante del mes de diciembre

De los resultados del monitoreo de radiación no ionizante del mes de diciembre del 2019, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que los resultados son menores a $6.3 \mu\text{T}$, siendo los mayores registros de la estación RAD-05 ($1.02\mu\text{T}$) y RAD-09 ($0.51\mu\text{T}$).

Tabla 33

Resultados de radiación no ionizante del mes de febrero

Estación	Resultados		Densidad de flujo magnético (μT)
	Fecha	Hora	
RAD-02	20/02/2020	14:45-15:00	0.07
RAD-07	24/02/2020	14:30-14:45	0.06
RAD-10	27/02/2020	11:00-11:15	3.75
RAD-11	27/02/2020	13:00-13:15	1.49
RAD-04	21/02/2020	17:00-17:15	2.48
RAD-03	22/02/2020	14:00-14:15	1.30
RAD-05	23/02/2020	17:10-17:25	2.87
RAD-06	23/02/2020	10:00-10:15	0.02
RAD-01	21/02/2020	12:10-12:25	0.61
RAD-08	25/02/2020	15:30-15:45	0.02
RAD-09	26/02/2020	16:30-16:45	1.41
ECA₍₄₎			6.3

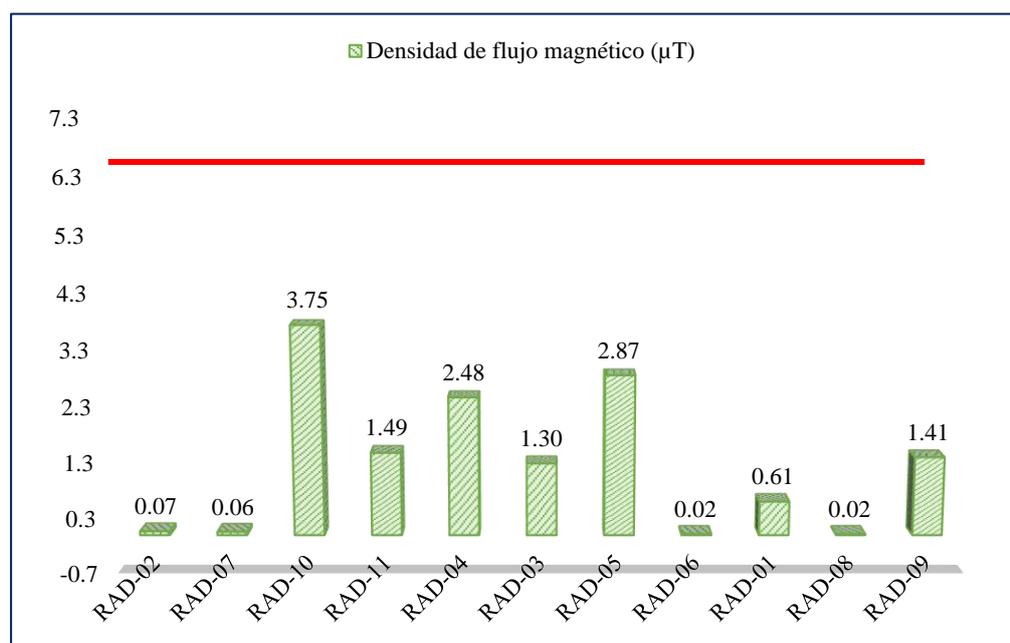


Figura 24: Resultados de radiación no ionizante del mes de febrero

De los resultados del monitoreo de radiación no ionizante del mes de diciembre del 2020, se puede evidenciar mediante la tabla y gráfico que ninguna de las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos excede los ECA, registrándose en todas las estaciones que los resultados son menores a $6.3 \mu\text{T}$, siendo los mayores registros de la estación RAD-10 ($3.75\mu\text{T}$), RAD-05 ($2.87\mu\text{T}$) y RAD-04 ($2.48\mu\text{T}$).

Comentarios del monitoreo de radiación no ionizante

Con respecto a este parámetro medido y evaluado se puede decir que de las 11 estaciones monitoreadas ninguno excede los estándares de calidad ambiental ($6.3 \mu\text{T}$), registrándose en el monitoreo del mes de febrero los resultados más altos en el cual se puede notar que 6 estaciones pasan del $1.0\mu\text{T}$, pero resultan ser menores que lo establecido por la norma, dichas estaciones son RAD-10 ($3.75\mu\text{T}$), RAD-05 ($2.87\mu\text{T}$), RAD-04 ($2.48\mu\text{T}$), RAD-11 ($1.49\mu\text{T}$), RAD-09 ($1.41\mu\text{T}$) y RAD-03 ($1.30\mu\text{T}$), además en el mes de diciembre se registró solo 1 estación que excedió el $1.0\mu\text{T}$ que fue RAD-05 ($1.02\mu\text{T}$) en tanto en el mes de octubre no se registró el exceso por sobre $1.0\mu\text{T}$ de alguna estación monitoreada.

3.4. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados finales de la investigación y al desarrollo del objetivo principal se logró determinar que la calidad del ambiente teniendo en cuenta la calidad de ruido no excede en ninguno de los 5 parámetros monitoreados de las 11 estaciones en los 3 meses que se realizó la evaluación al igual sucede con la radiación no ionizante el cual registra valores bajos en todos los monitoreos siendo menores a los establecidos los estándares, por otro lado con respecto al ruido ambiental existen resultados que muestran el exceso en algunas estaciones medidas siendo lo más resaltante en el horario nocturno donde se llegó a registrar en el mes de febrero 7 estaciones que sobrepasan los ECA y en los meses de octubre y diciembre se registraron 3 en ambos en el mismo horario nocturno, a raíz de lo cual se discute la poca intervención de la empresa para mitigar y prevenir los posibles impactos que puede ocasionar en la población los altos niveles de ruido registrados sobre todo en el horario nocturno.

A través de esta investigación se puede mencionar que con respecto a la calidad de aire y sus parámetros evaluados que son PM10, CO, SO₂, NO₂ y H₂S las cuales

proviene de fuentes fijas y móviles al considerarse la actividad que desarrolla la empresa de carácter individual información que contrasta con la presentada por el Grupo de estudio técnico ambiental (Gesta) zonal de aire de equipos (2006) quien menciona que los contaminantes más emitidos por las fuentes fijas son SO₂, CO_x, NO_x y PTS, siendo el SO₂ emitido mayormente por actividades de generación eléctrica como es el caso de la presente investigación en cambio con respecto a las fuentes móviles son las que generan monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, siendo con respecto a las fuentes fijas el material particulado el que más se emite al igual que se pudo demostrar en esta investigación pero haciendo mención que ninguna de las concentraciones excede lo establecido por la norma. También los resultados de la investigación contrastan con la presentada por Curva y asociados S.A.C (2009), que señala también que sus resultados obtenidos respecto a calidad de aire de los parámetros evaluados de: Dióxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno y partículas en suspensión correspondientes al primer, segundo y tercer trimestre 2009, no exceden los estándares nacionales de calidad ambiental del aire.

La calidad de ruido ambiental es el único parámetro que excede los estándares de calidad ambiental tanto en horario diurno y nocturno, siendo este último horario donde más excesos se generan de las 11 estaciones de monitoreo, motivo por el cual se discute la poca intervención de la empresa para mitigar los impactos que ocasionan al ambiente, que como menciona OEFA (2016), cuando una determinada actividad supera los ECA para ruido, se produce contaminación sonora. Los titulares de la actividad podrán implementar acciones de mitigación que permitan reducir la exposición al ruido, como las barreras acústicas u otras que consideren necesarias para mitigar el impacto generado en la zona, esta información contrasta con la presentada por Araujo & Saldaña que en este caso de 10 industrias carpinteras 07 sobrepasan los estándares de calidad ambiental aplicado a la zona residencial/turno diurno (60 dBA) según el Decreto Supremo N° 085-2003- PCM.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados consolidados de la determinación de la calidad de ambiente mediante el monitoreo ambiental en la zona de la concesión Electro Tocache, se tiene como conclusión general que la calidad del ambiente es buena para aire y radiaciones no ionizantes, en cambio para ruido es regular ya que existe el exceso en los estándares de calidad, encontrándose por cada objetivo específico lo siguiente:

- _ Con respecto a la calidad de aire los resultados permiten concluir que teniendo en cuenta las 11 estaciones de monitoreo de los 5 proyectos en los 3 meses de haber realizado la medición y evaluación en cuanto a PM10 todas estaciones de los meses de octubre, diciembre y febrero registran concentraciones por debajo del ECA para aire ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM. Así mismo con respecto a los gases medidos y evaluados los resultados de CO, SO₂, NO₂ y H₂S todas las estaciones de monitoreo de los meses de octubre, diciembre y febrero registraron concentraciones por debajo de los ECA para aire, cumpliendo lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

- _ Con respecto al ruido ambiental en horario diurno los resultados de las estaciones de monitoreo, permiten mencionar que de las 11 estaciones 2 exceden en el mes de octubre, 2 en diciembre y 2 en febrero, en cuanto a horario nocturno de los resultados de las estaciones de monitoreo se tiene que de las 11 estaciones 3 exceden en el mes de octubre, 3 en diciembre y 7 en febrero teniendo en cuenta lo establecido en el D.S. N° 085-2003-PCM.

- _ En cuanto a radiación no ionizante, de las 11 estaciones monitoreados ninguno excede los estándares de calidad ambiental establecido en el D.S. N° 010-2005-PCM, registrándose en el monitoreo del mes de febrero los resultados más altos en el cual se puede notar que 6 estaciones pasan del $1.0\mu\text{T}$, pero resultan ser menores que lo establecido por la norma, dichas estaciones son RAD-10 ($3.75\mu\text{T}$), RAD-05 ($2.87\mu\text{T}$), RAD-04 ($2.48\mu\text{T}$), RAD-11 ($1.49\mu\text{T}$), RAD-09 ($1.41\mu\text{T}$) y RAD-03 ($1.30\mu\text{T}$), además en el mes de diciembre se registró solo 1 estación que excedió el $1.0\mu\text{T}$ que fue RAD-05 ($1.02\mu\text{T}$) en tanto en el mes de octubre no se registró el exceso por sobre $1.0\mu\text{T}$ de alguna estación monitoreada.

RECOMENDACIONES

- A la empresa se le recomienda seguir realizando monitoreos de calidad de aire, ruido ambiental y radiaciones no ionizantes lo cual permita conocer que no se está causando daño a la salud humana y ambiente en general.
- A la empresa se le recomienda también tomar en cuenta la calidad de ruido ambiental ya que es el parámetro que excede lo establecido por la norma en las estaciones de monitoreo, mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación.
- A la comunidad exigir a la empresa la implementación de medidas que reduzcan los altos niveles de ruido ocasionado a raíz del desarrollo de sus actividades.
- A la comunidad estudiantil y docentes de la escuela de ingeniería ambiental se les recomienda la realización de prácticas de campo y sobre todo adquirir el interés en el aprendizaje para manejo de equipos de monitoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Lima, 30 de octubre del 2003.

Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire. Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Lima, 07 de junio del 2017.

Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes. Decreto Supremo N° 010-2005-PCM. Lima, 03 de febrero del 2005.

ARAUJO, Nancy & SALDAÑA, Sandy. 2013. Determinación del Nivel de Ruido Generado por las Plantas de Transformación Primaria de Producto Forestal Maderable (Carpinterías) de la Ciudad de Moyobamba – 2012. Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba – Perú.

CANCINO, Juliana, & BEHRENTZ, Eduardo (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. Revista de Ingeniería, (26), 81-92. [fecha de Consulta 3 de Julio de 2020]. ISSN: 0121-4993. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015050011>

CURBA Y ASOCIADOS S.A.C. 2009. Informe de Cumplimiento Ambiental de Electro oriente. Perú. 150pp.

GRUPO DE ESTUDIO TECNICO AMBIENTAL - GESTA ZONAL DE AIRE DE IQUITOS- CONAM. 2006. Plan "A Limpiar el Aire" de la Cuenca Atmosférica de Iquitos. Perú.

GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL PERUANA. 2012. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. Viceministro de Gestión Ambiental (MINAM).

KORC, Marcelo. 1999. Monitoreo de la calidad del aire en América Latina. Programa de control de contaminación del aire. Lima.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611. Publicada el 15 de octubre de 2005.

- LÓPEZ, Kathiuska y CHONG, Billy. 2010. Estudio ambiental de la actividad minera artesanal no metálica, en la concesión minera Roca Blanca Sagitario, Rioja –2009. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba.
- LOZANO, Freddy. 2013. Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo Pasivo, Zona Urbana – Ciudad de Moyobamba, 2012. Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba – Perú.
- MINPETEL S.A. 2006. Estudio de impacto ambiental del proyecto ampliación de la Central Térmica de Iquitos 2 x 7 MW.19pp.
- NACIONES UNIDAS. 2005. Informe Objetivos de Desarrollo del Milenio. New York. Pp.10-32.
- NACIONES UNIDAS. 1992. Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Agenda 21. Brasil. Disponible en www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenios/río92/agenda217age9.htm. Visitado en Noviembre2009.
- ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL – OEFA. 2016. La contaminación sonora en Lima y Callao. Primera edición.
- PERALTA, Jorge. 2017. Determinación del nivel de riesgo de la calidad de aire por material particulado PM10 en los 5 sectores del distrito de Morales - San Martín 2017. Tarapoto – Perú.
- RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0119-2018-MEM/DGE. Otorgan concesión eléctrica rural a favor de ELECTRO TOCACHE S.A. Diario Oficial del Bicentenario: El Peruano.
- WALSH PERU S.A. 2005. Estudio de Impacto Ambiental en Central Termoeléctrica de 380 MW. Chilca- Perú.14p.

ANEXOS

Anexo 1:

Ubicación de las estaciones de monitoreo



Anexo 2:
Registro fotográfico



Fotografía 1: Equipo utilizado para monitoreo de calidad de aire



Fotografía 2: Instalación de equipo utilizado para monitoreo de calidad de aire



Fotografía 3: Equipo utilizado para monitoreo de calidad de ruido ambiental



Fotografía 4: Monitoreo de calidad de ruido ambiental



Fotografía 5: Monitoreo de calidad de radiación no ionizante



Fotografía 6: Monitoreo de calidad de radiación no ionizante

Emisión de radiación no ionizante/mes

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	Fecha de inicio/final	Horario de inicio/final	Densidad de flujo magnético (μT)
		Este (X)	Norte (Y)				
RAD-01							
RAD-02							
RAD-03							
RAD-04							
RAD-05							
RAD-06							
RAD-07							
RAD-08							
RAD-09							
RAD-10							
RA-11							