



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 2 DEL TREN ELÉCTRICO - ESTACION 16

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:

Huamani Cosinga, Luzvenia

Asesor:

Vásquez Aranda, Ahuber Omar
(ORCID: 0000-0002-2873-6752)

Jurado:

Alva Velásquez, Miguel
Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio
Paricoto Simón, María Mercedes

Lima - Perú

2023



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 2 DEL TREN ELÉCTRICO - ESTACION 16

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	elcomercio.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL PROCESO
CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 2 DEL TREN ELÉCTRICO - ESTACION 16

Línea de investigación: Biodiversidad, ecología y conservación

Modalidad de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero ambiental

Autor:

Luzvenia Huamani Cosinga

Asesor:

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

Jurado

Alva Velásquez, Miguel

Sernaque Aucahuasi, Fernando Antonio

Paricoto Simón, María Mercedes

Lima - Perú

2023

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres, mi madre Mardonia, que nunca dejo de luchar por nosotros y siempre quiso que seamos profesionales, mi padre Humberto que ya está en el cielo me hubiese gustado darle este gusto de verme realizada, le agradezco de no haber hecho caso a otras personas que le decían para que vas a educar a tu hija si es mujer, al contrario, siempre estuvo ahí para nosotros.

A mis hermanos Lilia, Allan, Adler siempre juntos en las buenas y en las malas. Mi madre es mi orgullo y mi razón de seguir esforzándome.

A mis amigos que me exigieron avanzar, le agradezco un montón de no dejarme y seguir adelante.

A Giovanni que es el que me dio la oportunidad de trabajar en su empresa, en la cual sigo avanzando en cumplir con cada una de mis sueños.

Todo lo que tengo es gracias a mi familia; Espero poder contribuir con más éxito en el futuro *“El cielo es el límite”*.

AGRADECIMIENTO:

A mi querida alma mater Universidad Nacional Federico Villarreal, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de obtener una carrera profesional y por su enseñanza brindada.

A la Ing. Luz Castañeda, que sin sus palabras de ánimo que nos daba no habría podido centrarme en mi tema, de antemano le estoy muy agradecida.

Al Ing. Ahuber Vásquez, asesor de mi informe de suficiencia profesional por su paciencia y buenos consejos que ayudaron a llevar a buen puerto este trabajo, mil gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Trayectoria profesional	10
1.2. Descripción de la Empresa GECODEM E.I.R.L.	12
1.2.1. Datos generales	12
1.2.2. Información de la empresa GECODEM E.I.R.L.	13
1.2.3. Misión	14
1.2.4. Visión	15
1.2.5. Valores	15
1.2.6. Por qué confiar en la empresa GECODEM E.I.R.L.	15
1.2.7. Que servicios brinda	15
1.2.8. Política empresarial	16
1.3. Organigrama de la Empresa	16
1.4. Actividades desarrolladas en la empresa GECODEM EIRL	17
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.	19
2.1. Evaluación de la contaminación acústica- Línea 2 del Tren Eléctrico, Estación 16	19
2.1.1. Objetivos	19
2.1.2. Marco legal	19
2.1.3. Alcance de la actividad profesional	20
2.1.4. Marco conceptual	21
2.1.5. Metodología	22
2.1.6. Descripción de la actividad profesional	24
2.1.6.1 Modelo de construcción de la Línea 2 Estación 16	24
2.1.7. Estándar de comparación de los niveles de ruido	25
2.1.8. Ubicación	26

2.1.9. Condiciones atmosféricas	27
2.1.10. Monitoreo de Ruido	27
2.1.11. Forma de Medición del Ruido	32
2.1.12. Técnicas de procesamiento de datos	33
2.1.13. Datos obtenidos	36
2.1.14. El estudio de impacto ambiental en la construcción de la Línea 2 estación 16	40
2.1.15. Principales impactos ambientales	40
2.1.16. Análisis de resultados	41
2.1.17. Estrategias de reducción del ruido ambiental	43
III. APORTES MÁS DESTACADOS A LA EMPRESA	45
IV. CONCLUSIONES	47
V. RECOMENDACIONES	49
VI. REFERENCIAS	50
VII. ANEXOS	52

RESUMEN

El informe de suficiencia profesional, se realizó una descripción detallada de la experiencia y trayectoria profesional con el propósito de evaluar la contaminación acústica en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico – Estación 16; mediante el análisis del nivel de ruido y determinando sus efectos negativos para la salud; se propone estrategias de reducción del ruido. Fue de tipo cuantitativo y cualitativo aplicado de nivel explicativo; se analizaron las actividades de carga, excavación con maquinaria, movimiento de vehículos y uso de equipos eléctricos; se usó el sonómetro diferencial para el cálculo del ruido; y se contrastaron con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobado por D.S. N°085-2003-PCM. Los resultados fueron que, la evaluación de ruido sobrepasa el nivel de ruido recomendado por la referida norma, en turno diurno y nocturno, afectando la salud de la población; de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los daños sufridos son el trastorno del sueño y falta de audición; se propusieron estrategia vinculadas con la coordinación, preparación e implementación de principios; y, se requieren de programas de distribución; se sugiere implementar planes, programas, proyectos, provisiones técnicas e investigación del tema.

Palabra clave. contaminación sonora o acústica, salud, niveles de ruido, normas de calidad ambiental (ECA) de ruido.

ABSTRACT

In the professional sufficiency report, a detailed description of the experience and professional career was made with the purpose of evaluating noise pollution in the construction process of Line 2 of the Electric Train – Station 16; by analyzing the noise level and determining its negative health effects; Noise reduction strategies are proposed. It was applied quantitative and qualitative, explanatory level; Loading activities, excavation with machinery, movement of vehicles and use of electrical equipment were analyzed; The differential sound level meter was used to calculate the noise; and were contrasted with the National Environmental Quality Standards for Noise approved by D.S. N°085-2003-PCM. The results were that the noise evaluation exceeds the noise level recommended by the aforementioned standard, during the day and night shift, affecting the health of the population; According to the World Health Organization (WHO), the damage suffered is sleep disorder and lack of hearing; strategies linked to the coordination, preparation and implementation of principles were proposed; and, distribution programs are required; It is suggested to implement plans, programs, projects, technical provisions and research on the topic.

Keyword. noise or acoustic pollution, health, noise levels, noise environmental quality standards (ECA).

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es la presencia de ruidos o vibraciones en el ambiente, cualquiera que sea la fuente sonora que los produzca, que impliquen molestia, creen un riesgo o dañen o afecten a los seres humanos, a la realización de actividades humanas o a bienes de cualquier naturaleza, o tengan un efecto significativo sobre el medio ambiente (Amable et al., 2017). Por su parte, la Agencia de Evaluación y Control Ambiental (2020) señala que la contaminación acústica es la presencia de niveles de ruido en el ambiente que implique molestia, cree un riesgo, dañe o afecte la salud y el bienestar de los seres humanos, bienes de cualquier naturaleza o tenga un efecto significativo en el ambiente.

Un proyecto de infraestructura ferroviaria es un proceso que implica varios componentes clave, como la planificación, la financiación, la construcción y la explotación. La construcción de la infraestructura incluye estaciones, túneles, puentes, señalización y sistemas de control; mientras que el proceso operativo implica la gestión del ruido, el personal, los sistemas de mantenimiento; y su eficiencia se mide en términos de duración de los trayectos, capacidad y frecuencia. Se realizó Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) para garantizar el cumplimiento de las normas y reglamentos locales, como la evaluación de la contaminación acústica, por CO₂ y la protección de la flora y fauna locales (El Peruano, 2023).

Las soluciones propuestas a los problemas de transporte de Lima incluyen una red de trenes urbanos (metro), una solución tecnológica adoptada por las grandes ciudades para satisfacer la demanda de transporte. La Línea 2 del Tren Eléctrico de Lima y Callao, que se encuentra en construcción, cuenta con 27 kilómetros de vía y 27 estaciones que conectarán 10 distritos, beneficiando a más de 2,5 millones de personas; se ubicará de manera subterránea, conectándose con la actual Línea 1 del Metro e interconectándose con las estaciones metropolitanas, algunas de las cuales son las de Puerto Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, San Juan de Lurigancho, Atlético, entre otras (Velázquez, 2018).

GECODEM E.I.R.L es una empresa especializada en la prestación de servicios y soluciones integrales de mantenimiento, auditoría, consultoría, ejecución y gestión. La empresa cuenta con más de 10 años de experiencia en proyectos de baja y media tensión. Asimismo, nuestros técnicos e ingenieros han desarrollado e implementado proyectos eléctricos en Lima y en todo el Perú, participando en proyectos de gran envergadura, incluyendo el proyecto de la Línea 2 del Tren Eléctrico.

En el contexto anterior, el objetivo de este Informe de Adecuación Profesional titulado "Evaluación de la Contaminación acústica en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico - Estación 16" es supervisar y monitorear el Programa de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), el cual es esencial para conocer los niveles de ruido a los que se estará expuesto durante la construcción y operación del Proyecto, asegurar el cumplimiento de los procedimientos y actividades del área de trabajo, y establecer un plan y una estrategia para eliminar los impactos de este parámetro. Es importante señalar que éstas son sólo algunas de las medidas de control implementadas por la supervisión del SSOMA.

1.1 Trayectoria profesional

Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal; cuenta con más de 10 años de experiencia en instituciones privadas, en donde se especializó como Supervisor de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), además de he realizado los siguientes estudios complementarios:

- ArcGIS, UNIMASTER (2015).
- AutoCAD, UNI (2015).
- Curso taller de Sistemas de Integrados de Gestión, UNI (2009).
- Curso Taller de Sistemas Integrados de Gestión ISO 14001, OHSAS 18001:2007, SA8000, UNI (2009).
- Curso Auditor Interno en Sistemas Integrados de Gestión ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, BSG Institute (2020).

Trabaje en un Proyecto Ambiental “Ampliación de Laderas en el Eje Zonal de Independencia ocupando el puesto de Promotor Ambiental (2007).

Trabaje en la ONG ECOCIUDAD en la obra Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puquio – Ayacucho, con el cargo de Coordinadora de Proyectos (2010).

Participo en la formación de la ONG Asociación de Líderes de Educación Verde (ALEV) y participo en el Proyecto de Forestación de las Lomas de Villa María del Triunfo” como Asistente de Proyecto (2012).

Cuento con experiencia en el trabajo para empresas dedicadas al monitoreo en salud ocupacional y ambientales como evaluación del ruido desarrollada en la empresa HIGSEG E.I.R.L. desde noviembre del 2010 hasta julio del 2012.

Trabaje en la empresa CMMS ENTERPRICE, ocupando el puesto de SSOMA en la supervisión de recepción de concentrados dentro de la refinería VOTORANTIN METAIS -CAJAMARQUILLA (2012).

Trabaje en la empresa LITARO S.R.L. ocupando el puesto de Supervisor SSOMA, en el Proyecto Línea de Transmisión Chilca – Montalvo 500 Kv Sub estación Montalvo (2013-2014).

Trabaje en la empresa TECNISET S.A.C. ocupando el puesto de Supervisor de Seguridad y Medio Ambiente en los proyectos de obras electromecánicas, (2014 – 2015).

Trabaje en la empresa TECSUR S.A. ocupando el puesto de Supervisor de Seguridad y Prevención de Riesgos, (2015 – 2017).

Trabaje en la empresa J&G Aceros S.A.C. con el puesto de Supervisor HSE en la obra Línea de Transmisión a 220 Kv Friaspata - Mollepata (2017).

Trabaje en la empresa TECSUR S.A. ocupando el puesto de Supervisor de Seguridad y Prevención de Riesgos, (2018 – 2020).

Trabajo actualmente en la empresa GECODEM E.I.R.L. como coordinadora del área de SSOMA desde el año 2020 hasta la fecha teniendo roles de coordinadora SSOMA en la empresa GECODEM EIRL, las cuales realiza las funciones de supervisión y seguimiento de los programas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, coordinando y apoyando los operativos de recolección de información, asegurando el cumplimiento de procedimientos y supervisando al personal de la empresa; de otro lado, coordinando y liderando equipos de trabajo, generando planes de capacitación y entrenamiento con el personal, fomentando en todo momento la comunicación y el trabajo en equipo.

El informe sobre el trabajo de adecuación profesional está relacionado con el trabajo y la experiencia profesional en el campo de las ciencias ambientales, en particular la experiencia de llevar a cabo actividades como coordinador de SSOMA en empresas dedicadas a la gestión empresarial, consultoría, desarrollo tecnológico, innovación de procesos e ingeniería. Trabaja bajo los auspicios de normas internacionales de calidad en la comercialización y gestión de soluciones integradas según las necesidades del cliente. Como

empresa eléctrica, presta servicios a otras empresas, entre ellas el Consorcio Constructor Metro 2 de Lima, que ha trabajado desde la época de la pandemia hasta la actualidad.

1.2. Descripción de la Empresa GECODEM E.I.R.L.

1.2.1. Datos generales

A continuación, se detallan los datos generales de la empresa Gestión Comercial de Empresas - GECODEM EIRL. Según la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT), al 2023 se tiene los siguientes registros (Tabla 1).

Razón social	Gestión Comercial de Empresas E.I.R.L. - GCDE E.I.R.L
Tipo de Contribuyente	Privada
Nombre Comercial:	GECODEM E.I.R.L
Dirección	Cal. Julio Rodavero nro. 718 urb. las brisas 2da et. Lima - Lima
N° R.U.C.	20602213227
Página web	https://www.gecodem.com/
Tipo de Contribuyente:	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada
Fecha de inscripción:	14/05/2017
Fecha de Inicio de Actividades:	01/07/2017
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 4690 - Venta al por mayor no especializada Secundaria 1 - 7110 - actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica.
Estado del Contribuyente	Activo
Condición del Contribuyente	Habido
Sistema de Contabilidad	Sistema de Emisión Electrónica: Factura portal desde 18/11/2017 Boleta portal desde 18/11/2017 Desde los sistemas del contribuyente. Autoriza desde 13/01/2022 Guía de remisión desde 01/12/2022

Nota. Información extraída del portal SUNAT (2023).

1.2.2. Información de la empresa GECODEM E.I.R.L.

GECODEM E.I.R.L. es una empresa dedicada al sector industrial y comercial, Gecodem ofrece soluciones ideales en el sector energético, tales como ingeniería y ejecución de proyectos, venta de equipos y materiales eléctricos, seguridad y aplicación de la excelencia en los procesos. Los proyectos de ingeniería que desarrollamos incluyen

- Diseño de instalaciones de baja tensión para edificios, incluyendo tomas de corriente, iluminación y redes eléctricas.
- Diseño de sistemas de puesta a tierra para la protección de equipos.
- Diseño de subestaciones, redes de media tensión y sistemas de utilización.

- Diseño de esquemas unifilares, sistemas redundantes para aplicaciones especiales y sistemas de energía de reserva.

- Gestión y coordinación con el concesionario para determinar las características del suministro eléctrico y la viabilidad de la obtención del servicio.

La empresa es una empresa comercial y de desarrollo que proporciona suministros eléctricos de alta calidad y alto rendimiento fabricados por empresas líderes mundiales con personal cualificado e idóneo que cumple los requisitos. La empresa no sólo se encarga del suministro y la instalación, sino que también asesora sobre la correcta selección de los equipos, el montaje, la instalación, la programación, las pruebas, la puesta en servicio y el mantenimiento del proyecto.

Ejecución de obras eléctricas industriales, montajes de media y baja tensión e instrumentación. Sistemas de distribución eléctrica; servicios de construcción de acometidas de baja y media tensión; obras de alumbrado público y privado, archivo de báculos de alumbrado, postes de media tensión, redes de media y baja tensión, elaboración de catastros, y fabricación e instalación de cuadros. Presta servicios integrales de consultoría en gestión de mantenimiento, auditorías de ejecución de mantenimiento, auditorías de cumplimiento de programas de mantenimiento, elaboración de planes e implantación de nuevos modelos de mantenimiento y servicios de consultoría en ingeniería de mantenimiento (GECODEM, 2023).

1.2.3. Misión

Proporcionar soluciones óptimas, innovadoras y flexibles en el sector de la electricidad y la energía. Aplicar nuestra experiencia comercial en el sector energético para alcanzar la excelencia y la seguridad.

1.2.4 Visión

Ser la empresa líder en el Perú en proyectos eléctricos.

1.2.5. Valores

- Confianza
- Calidad
- Fiabilidad
- Respeto
- Innovación
- Excelencia

1.2.6. Por qué confiar en la empresa GECODEM E.I.R.L.

Somos expertos en servicios y soluciones integradas de mantenimiento, auditoría, consultoría, implantación y gestión. Nuestros profesionales de ingeniería cuentan con más de 10 años de experiencia en proyectos de baja y media tensión.

Asimismo, nuestros técnicos e ingenieros constructores cuentan con más de 15 años de experiencia en el desarrollo e implementación de proyectos energéticos, habiendo trabajado en proyectos de gran envergadura en diferentes regiones de Lima y Perú.

1.2.7. Que servicios brinda

- Servicios de consultoría e ingeniería
- Soluciones de equipos eléctricos
- Experiencia en implantación de ingeniería eléctrica
- Especialistas en desarrollo e implantación de proyectos

1.2.8. Política empresarial

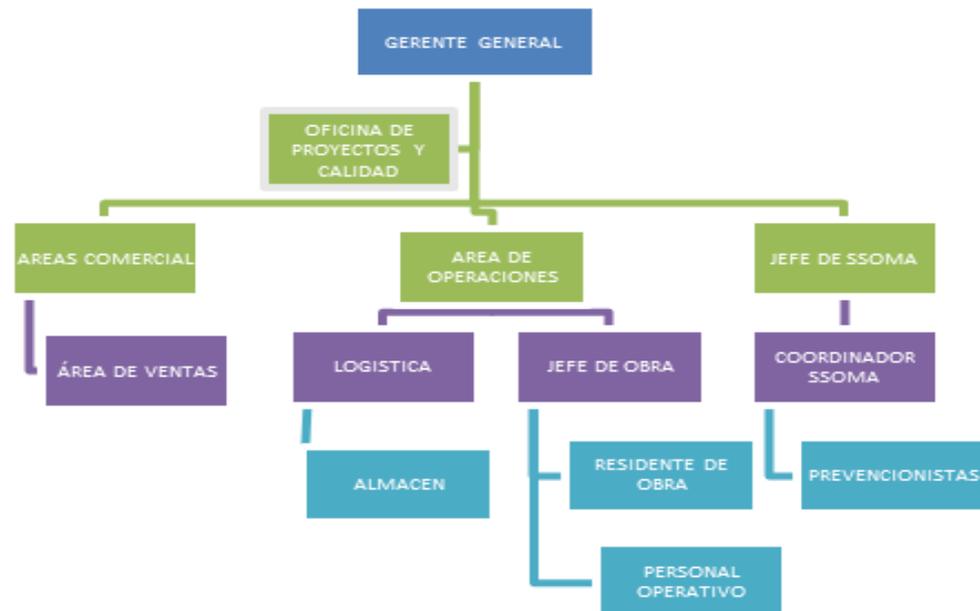
La empresa cuenta con una política de seguridad, salud y medio ambiente. La política medioambiental de GECODEM EIRL consiste en promover un sistema ferroviario sostenible y eficiente que proteja el medio ambiente y la salud humana.

En términos de calidad, la política establece altos estándares de calidad y excelencia en el compromiso de los empleados y en el proceso de ejecución de proyectos de la empresa; a través de una amplia comunicación y transparencia, la política define cómo la empresa se comunica con sus grupos de interés, incluidos clientes, proveedores, empleados y grupos de interés, y cómo mantiene la transparencia en sus operaciones y toma de decisiones.

1.3. Organigrama de la Empresa

La empresa de GECODEM EIRL es el siguiente (Figura 1).

Figura 1 *Organigrama de la empresa GECODEM E.I.R.L.*



1.4. Actividades desarrolladas en la empresa GECODEM EIRL

SSOMA y áreas de calidad, objetivos específicos relacionados con la coordinación del SSOMA:

- Definir las obligaciones y funciones del Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución de la obra.
- Familiarizarse con la normativa aplicable en materia de SSMA y con el sistema de gestión de SSMA.
- Desarrollar un plan de comunicación eficaz para garantizar que todas las partes relevantes estén informadas del progreso del proyecto.
- Identificar los riesgos asociados al proyecto y desarrollar estrategias de mitigación para minimizar su impacto.
- Desarrollar un plan de liderazgo y motivación para inspirar y motivar al equipo para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Desarrollar planes de planificación y organización para garantizar una ejecución eficaz de las actividades del proyecto.

- Desarrollar planes de flexibilidad y adaptabilidad para ajustar el plan del proyecto a las circunstancias cambiantes.
- Desarrollar planes de seguimiento y control del proyecto para garantizar que se mantiene el rumbo y que se toman medidas correctivas cuando se producen desviaciones.
- Desarrollar un plan de evaluación del proyecto para determinar si se han alcanzado las metas y objetivos establecidos e identificar oportunidades de mejora en futuros proyectos.
- Facilitar la comunicación, participación y consulta de los empleados y sus representantes en el desarrollo del SGSST.
- Desarrollar inspecciones de protección civil, análisis de riesgos de incendio y planes de acción de auditoría interna para cumplir con el plan OHSE.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESPECIFICA

2.1. Evaluación de la contaminación acústica- Línea 2 del Tren Eléctrico, Estación 16

Para la realización de este trabajo se recopiló información del portal web de la Empresa GECODEM EIRL <https://www.gecodem>. Para la realización de este trabajo se recopiló información del portal web de la Empresa GECODEM EIRL (en adelante "la organización/empresa"), con el fin de evaluar la contaminación acústica durante la construcción de la Estación 16 de la Línea 2 del Tren Eléctrico; sus objetivos fueron medir el nivel de contaminación acústica y su impacto en la salud de los trabajadores de la Estación 16 de la Línea 2 del Tren Eléctrico; y desarrollar una metodología apoyada en herramientas SIG para la modelización del ruido ambiental, teniendo en cuenta el impacto del ruido en el cuerpo humano.

2.1.1 *Objetivos*

Evaluar la contaminación acústica en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico – Estación 16; mediante el análisis del nivel de ruido y determinando sus efectos negativos en el ambiente y salud de las personas.

2.1.2 *Marco legal*

- Las actividades profesionales se realizan teniendo en cuenta las regulaciones y normas relacionadas con la contaminación acústica, el medio ambiente y la construcción de infraestructura ferroviaria en el país; a continuación, se detallan.
- Constitución Política del Perú - Título III, Capítulo II: Medio Ambiente y Recursos Naturales. Constitución Política del Perú de 1993,
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, artículo 1 establece que todo ser humano tiene el derecho inalienable a vivir en un ambiente sano, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Normas Nacionales de Calidad Ambiental en Materia de Ruido.

- Corporación Financiera Internacional (CFI), Directrices Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad.
- Ordenanza Municipal N° 1965-2016-MML, Ordenanza Municipal de Prevención y Control de la Contaminación Sonora.

2.1.3 Alcance de la actividad profesional

El alcance de la evaluación de la contaminación acústica durante la construcción del tren eléctrico Línea 2 - Estación 16 puede abordarse analizando los niveles de ruido y determinando su impacto negativo en la salud de las personas. Estos aspectos se resumen a continuación:

- Análisis del nivel de ruido: Es necesario evaluar los niveles de ruido generados por la construcción y explotación de la Estación 16 de la Línea 2 del Tren Electrificado, así como las fuentes de ruido existentes en la zona.
- La evaluación debe incluir la identificación de las fuentes de ruido, la determinación de los niveles de ruido en diferentes puntos y la evaluación de las posibles medidas de mitigación.
- Transeúntes: Es importante recoger las opiniones y preocupaciones de los transeúntes y residentes locales sobre la contaminación acústica y su impacto en la calidad de vida y la salud.
- Esto puede incluir la realización de encuestas y la organización de foros públicos para obtener información sobre las experiencias y preocupaciones de los transeúntes acerca del ruido y la contaminación acústica.
- Efectos negativos en la salud: la contaminación acústica puede tener efectos negativos en la salud, como el aumento del estrés, la ansiedad y la hipertensión.

2.1.4 Marco conceptual

Contaminación acústica. La contaminación acústica es la presencia de ruidos o vibraciones en el medio ambiente, con independencia de su fuente o emisor sonoro, que impliquen perturbación, riesgo o daño para el ser humano, para el desarrollo de actividades humanas o para objetos de cualquier naturaleza. Impacto significativo en el medio ambiente. La contaminación acústica puede ser generada por actividades humanas como el transporte, la industria, los lugares de ocio, las aeronaves y los buques (Guzmán, 2021).

Evaluación de la contaminación acústica. La evaluación de la contaminación acústica de los proyectos de infraestructura ferroviaria incluye la identificación de las fuentes de ruido y su impacto sobre la salud y el medio ambiente. La Ley 37/2003 del ruido, promulgada el 17 de noviembre de 2003, establece los requisitos mínimos para la evaluación y gestión del ruido ambiental en el Perú. Además, la evaluación de la contaminación acústica debe incluir la identificación de las fuentes de ruido, la evaluación de su impacto sobre la salud y el medio ambiente, y la aplicación de medidas adecuadas de mitigación y gestión (El Peruano, 2023).

Decibelio. Es una unidad logarítmica utilizada para medir la relación entre dos cantidades, como la relación entre la intensidad de un sonido y su intensidad de referencia. El decibelio es una unidad de medida de la potencia sonora y equivale a la décima parte de un Bel (B). La escala de decibelios es un método cómodo para medir el nivel sonoro y es adecuada para representar el espectro auditivo humano (Definición, 2023).

La unidad de intensidad de acción o decibelio es sinónimo de decibelio. 1 dB o decibelio equivale a 0,1 bel y es una unidad derivada del cociente de presión producido por una onda,

Los efectos de la contaminación acústica. Los estudios sobre el impacto de la contaminación acústica en la salud pública han constatado que la principal fuente de ruido es el tráfico de vehículos, aunque la industria, el comercio y la construcción también producen un exceso de sonido (Ramos, 2022).

Infraestructura ferroviaria. Se denomina infraestructura ferroviaria al conjunto de elementos conectados a la vía principal, a las vías auxiliares y a los ramales, excepto los elementos que se encuentran dentro de los talleres de mantenimiento del material rodante, depósitos o cocheras (Ruíz, 2015).

Ruido ambiental. El ruido se define como cualquier sonido no deseado o potencialmente perjudicial generado por la actividad humana que afecta a la calidad de vida de las personas; además, se puede describir como sonidos irritantes, perturbadores o molestos que interfieren en determinadas actividades o en el descanso. Este problema acústico se considera un contaminante porque puede causar diversos efectos en los seres humanos, como molestias, dificultad para dormir, reducción de la calidad del sueño, dolores de cabeza, estrés, insomnio, hipertensión arterial, daños auditivos, trastornos gastrointestinales, etc. Además, existen problemas de comunicación acústica (Yoplac, 2019).

Sonómetros de promedio integral. Son capaces de calcular el nivel sonoro continuo equivalente Leq . Tienen la capacidad de transmitir datos a una computadora, calcular percentiles y algunos análisis de frecuencia (MINSa, 2019).

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ($LAeqT$): Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido (MINSa, 2019).

2.1.5 Metodología

La metodología para evaluar la contaminación acústica durante la construcción de la Línea 2 del Tren Eléctrico - - Estación 16 sigue los pasos que se describen a continuación:

- **Consulta bibliográfica.** Se realizó una consulta bibliográfica sobre variables como la contaminación acústica, la infraestructura ferroviaria y el ruido ambiental.

- **Identificación de las fuentes de ruido:** Identificación de las posibles fuentes de ruido y vibraciones durante la construcción y explotación de la línea ferroviaria, como la tracción de los trenes, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria y el transporte de pasajeros y mercancías.
- **Evaluación del impacto sobre la salud y el medio ambiente:** Evaluación de los impactos sobre la salud y el medio ambiente de las fuentes de ruido, incluida la determinación de los niveles de ruido en diferentes lugares y la identificación de los posibles impactos adversos sobre el medio ambiente y la calidad de vida humana y el bienestar.
- **Aplicación de medidas de mitigación y gestión:** construcción de bermas acústicas, utilización de materiales anti ruido, elaboración de calendarios de trabajo para minimizar la exposición al ruido y reducir así los impactos acústicos sobre la salud y el medio ambiente.
- **Gestión de la contaminación acústica durante la construcción y la explotación:** Elaborar protocolos y procedimientos para gestionar la contaminación acústica durante la construcción y la explotación de la línea ferroviaria, incluida la vigilancia y el control de las fuentes de ruido y vibraciones.
- **Comunicación y participación de la comunidad local:** Implicar a los trabajadores el proceso de evaluación y mitigación de la contaminación acústica, se escucha sus preocupaciones y garantizar el respeto de sus derechos.
- **Supervisión y seguimiento:** supervisión y vigilancia de la contaminación acústica durante y después de la construcción y explotación de la línea ferroviaria para garantizar que los niveles de ruido y vibraciones se mantienen estables y para identificar y abordar cualquier problema o preocupación relacionados con la contaminación auditiva.

En resumen, la evaluación de la contaminación acústica durante la construcción de la Línea 2 del Tren Eléctrico - - Estación 16 implica la identificación de las fuentes de ruido, la evaluación de sus impactos sobre la salud y el medio ambiente, y la aplicación de medidas, incluidas la mitigación y la gestión, la evaluación de las medidas de mitigación, la gestión de la contaminación acústica durante la construcción y la explotación, la comunicación y la participación de la comunidad local, y la vigilancia y el seguimiento de la contaminación acústica.

2.1.6 Descripción de la actividad profesional

2.1.6.1 Modelo de construcción de la Línea 2 Estación 16

La construcción de la Estación 16 de la Línea 2 del Metro de Lima implica diversos aspectos, como la construcción de túneles, terminales de pasajeros y patios de talleres, así como la ejecución de superestructuras, equipos electromecánicos, el sistema ferroviario y el suministro eléctrico.

Las medidas mencionadas en la EIA y la atención prestada a minimizar el impacto del proyecto en la comunidad se aplican a la estación 16 y sus alrededores. Se han adoptado las siguientes medidas:

- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Se realizó un EIA semidetallado para el proyecto "Línea 2 y Prolongación Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao" con el fin de evaluar los potenciales impactos ambientales del proyecto.

- Minimización de impactos: La Línea 2 del Metro de Lima está en construcción y se espera que sea una importante adición a la red de transporte público de la ciudad, proporcionando una alternativa eficiente y sostenible al transporte urbano.
- La línea de metro pasa por varias zonas densamente pobladas de Lima, lo que permitirá a los residentes de estas zonas acceder fácilmente a distintas partes de la ciudad.
- Mejora de la calidad de vida: La Línea 2 pretende mejorar la calidad de vida de los limeños reduciendo la congestión del tráfico, acortando los tiempos de viaje y proporcionando opciones de transporte más rápidas y seguras.
- Conexiones con otras líneas de metro: La Línea 2 conectará con la Línea 1 del Metro de Lima, el Corredor Segregado de Alta Capacidad I - COSAC I o Metropolitano y la futura Línea 3 del Metro de Lima.

En resumen, la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima en la Estación 16 y sus alrededores implica una serie de medidas y consideraciones para minimizar los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

2.1.7. Estándar de comparación de los niveles de ruido

Estas normas se basan en la medición del sonido y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente. El decibelio (dB) es la unidad de medida utilizada para expresar la intensidad del sonido y las magnitudes físicas relacionadas. Los límites máximos de exposición al ruido suelen fijarse para diversas zonas y actividades, pero estos límites pueden cambiar en función de las condiciones y normativas locales.

La Línea 2 del Tren Eléctrico - Estación 16 debe cumplir la normativa local relativa a los niveles de ruido y a la salud y seguridad en los lugares de trabajo generadores de ruido. La

evaluación de la contaminación acústica incluirá el descubrimiento de los niveles de ruido en el lugar de trabajo.

La Tabla 2 muestra los niveles de ruido en la banda A (LeqA) por zona y horario diurno/nocturno de acuerdo al Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Tabla 2 Estándares Nacionales de Ruido Ambiental

Zona de aplicación	Valores Expresados en LAeqT	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de protección especial	50 dB(A)	40 dB(A)
Zona residencial	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona comercial	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona industrial	80 dB(A)	70 dB(A)

Fuente: D.S. N° 085 - 085-2003-PCM

2.1.8. Ubicación

El área de estudio de la presente Evaluación de Ruido Ambiental se encuentra comprendida entre la Av. 28 de Julio con Av. Aviación, entre los distritos de Lima y la Victoria, en las siguientes coordenadas (Tabla 3):

Tabla 3 Coordenadas UTM WGS 84 del proyecto

Punto	Este	Norte	Altitud
Inicio	280890	8665879	355 m s. n. m.
Fin	281158	8665926	356 m s. n. m.

Nota: Coordenadas geográficas de inicio y final de la Estación 16 - CCM2L.

Figura 2 Ubicación de Referencia de la Estación 16 - CCM2L

2.1.9. Condiciones atmosféricas como se puede apreciar en la tabla (Tabla 4)

Tabla 4 Condiciones atmosféricas

Temperatura:	HR (%):	Altitud:	Población al 2020	Densidad:
19°C	70%	355 m s. n. m.	188 619 hab.	21 692,7 hab/km2

Fuente SENAMHI noviembre 2023 y el INEI https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf

2.1.10. Monitoreo del ruido

Descripción del equipo de vigilancia. Se utilizó el siguiente equipo de vigilancia (Tabla 5).

Tabla 5 Equipo utilizado en la evaluación de ruido ambiental

Nombre del equipo	marca	N° de Serie	Modelo	Fecha de Calibración
SONÓMETRO	LARSON DAVIS	0003369	831	23/02/2023

Nota: Certificado de calibración Anexo N°1

Figura 3 Sonómetro utilizado LARSON DAVIS



Puntos de control del ruido. Se utilizaron los siguientes puntos de coordenadas para medir el ruido (Tabla 6).

Tabla 6 Coordenadas de los puntos de medición en la Estación 16 – CCM2L

N°	COD. DE PTO.	Coordenadas UTM	
		ESTE	NORTE
1	P1-E16-CCM2L	280840	8666015
2	P2-E16-CCM2L	280859	8665981
3	P3-E16-CCM2L	280871	8665948
4	P4-E16-CCM2L	280889	8665903
5	P5-E16-CCM2L	280893	8665901
6	P6-E16-CCM2L	280994	8665885
7	P7-E16-CCM2L	280920	8665873
8	P8-E16-CCM2L	280983	8665888
9	P9-E16-CCM2L	280955	8665874
10	P10-E16-CCM2L	280983	8665887
11	P11-E16-CCM2L	281009	8665896
12	P12-E16-CCM2L	281034	8665911
13	P13-E16-CCM2L	281001	8665917
14	P14-E16-CCM2L	280971	8665913
15	P15-E16-CCM2L	280957	8665858
16	P16-E16-CCM2L	280960	8665880
17	P17-E16-CCM2L	280957	8665858
18	P18-E16-CCM2L	280960	8665880
19	P19-E16-CCM2L	280897	8665842
20	P20-E16-CCM2L	280907	8665769

Nota: Fuente propia (2023)

Métodos de vigilancia ambiental utilizado:

- Procedimiento de recolección de datos:** La toma de datos se realizó de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, propuesto y aprobado por el Ministerio del Ambiente, Área de Calidad Ambiental, mediante R.M. 227-2013-MINAM, con principal referencia a la Especificación Técnica Peruana para la Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental, 1996-1:2020, y la Especificación Técnica Peruana para la Determinación del Ruido Ambiental, 1996-2:2008.

- Selección de puntos utilizando el método de cuadrícula para la elaboración de mapas de ruido, los datos deben recogerse en puntos que formen un cuadrado.

La elección del tamaño de la cuadrícula afecta en gran medida al número de puntos de medición y en consecuencia a la realización del estudio.

- El método de cuadrícula es muy representativo de toda la zona de estudio y permite calcular valores globales de significación. Además, el mapa de ruido global cuadrículado permite identificar las zonas más ruidosas y, por tanto, los puntos críticos. Según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (MINAM, 2013), se recomienda utilizar una cuadrícula de puntos fijos de muestreo a intervalos de 100 metros a 30 metros para estudiar un área específica. En nuestro caso se logró recolectar 20 puntos de muestreo los cuales fueron marcados en el mapa con sus respectivas coordenadas UTM.

Horario de muestreo fue de 7:30 am a 04 pm y de 11:00 pm a 2.00 am, por ser horas con mayor carga de trabajo y de mayor paso de vehículos. Dado que la gente suele estar de servicio o fuera de él y que los jóvenes y los niños están en el colegio, se trata de un horario ideal para recoger datos representativos que permitan determinar las horas de mayor demanda. Tomando muestras a estas horas, se pueden captar mejor y más rápidamente los picos de ruido, ya que, según sus investigaciones, el ruido urbano se debe generalmente al estacionamiento de vehículos privados y públicos, que está condicionado por las horas de oficina y/o estudio, por lo que es conveniente

Ubicación de los Puntos de Muestreo. De acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (MINAM, 2003), el proceso de muestreo fue el siguiente:

- Para determinar la ubicación del punto de monitoreo se utilizaron las coordenadas UTM, el código y la zonificación del punto de monitoreo (Figura 4).

- De acuerdo con el protocolo anterior, el sonómetro se colocará sobre un trípode a una altura de 1,5 metros del suelo y la persona objeto del muestreo deberá estar a una distancia mínima de 1 metro del instrumento cuando registre los valores para evitar interferencias.
- De acuerdo con la cuadrícula propuesta, se utilizará un dispositivo GPS para localizar los puntos de control, se colocarán marcadores en el suelo a medida que se vaya controlando a las personas directamente afectadas y los puntos de muestreo se situarán a un máximo de 3 metros del límite afectado.

Figura 4 Ubicación de los 20 puntos de monitoreo de ruido en la E16 – CCM2L



Nota: Fuente propia

Figura 5 Tomas de puntos de monitoreo - P8-E16-CCM2L



2.1.11. Forma de Medición del Ruido

- De acuerdo con el Protocolo de Vigilancia del Ruido Ambiental, debe utilizarse un sonómetro de Clase 1 o Clase 2 para la comparación con el ECA ambiental.
- Deberán utilizarse pantallas de esponja para evitar las interferencias del viento.
- No se realizarán mediciones en condiciones meteorológicas atípicas, como lluvias torrenciales, vientos fuertes, terremotos, granizo, tormentas eléctricas, etc.
- No se realizarán mediciones durante actividades atípicas provocadas por el hombre: manifestaciones, marchas, desfiles, conciertos, mítines, etc.
- Se realizarán diez mediciones de 01 minuto en cada punto de control una vez al mes durante los 4 meses del programa y se registrarán L_{max} , L_{min} y L_{Aeq} (este parámetro puede proporcionarlo un sonómetro integrador o la ecuación (2)) en una hoja de campo.
- Si la variación de L_{Aeq} es inferior o igual a 5 dB durante las mediciones de 01 minuto, se considera que el ruido es estable y, por tanto, puede medirse en 5 minutos; por el

contrario, si la variación de LAeq es superior a 5 dB, se considera que el ruido es fluctuante y se continuarán las mediciones durante un periodo de 10 minutos para garantizar su representatividad.

- Los episodios de ruido que se produzcan durante la medición y/o las características observadas de la fuente de ruido deben anotarse en el formulario de registro sobre el terreno para poder caracterizar la fuente, especialmente en los puntos situados por encima del ECA actual.

2.1.12. Técnicas de procesamiento de datos

El modelo matemático descrito anteriormente se utilizó para procesar los datos obtenidos en las matrices correspondientes y obtener valores LAeq representativos de los puntos de muestreo, que representan el nivel de contaminación acústica presente.

Siguiendo los métodos y procedimientos utilizados para el procesamiento de los datos de contaminación acústica, se crearon mapas de ruido utilizando el software ArcGIS 10.8 para la estación 16 de la Línea 2 del Metro de Lima:

- Antes de ajustar los datos para el mapa de ruido, se mapearon las coordenadas del área de la Estación 16, utilizando vértices encontrados en campo por GPS y representados por el software Google Earth Pro 2023. Posteriormente, se georreferenciaron los elementos dentro de las estaciones de monitoreo, incluso ubicando los puntos de muestreo.
- Para visualizar los puntos de muestreo en el mapa, se utilizaron las coordenadas UTM de los puntos de muestreo en Microsoft Excel y a continuación se añadieron a la georreferencia en ArcGIS 10.8.
- Se utilizó el método de cuadrícula para generar una cuadrícula poligonal de áreas

correspondientes a cada punto de muestreo seleccionado.

- Cabe señalar que, en algunos casos, los puntos obtenidos a partir de la cuadrícula están ligeramente desplazados; ello se debe a que algunos puntos se encuentran en zonas inaccesibles a pesar del esmero con que se ha trazado la cuadrícula como se describe en la técnica de muestreo.
- Los valores LAeq obtenidos a partir del muestreo de campo en cada periodo de tiempo se resumieron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y a continuación se añadieron a la base de datos del software ArcGIS para correlacionarlos con las coordenadas correspondientes y determinar los valores del nivel de ruido basados en los puntos muestreados. Esta correlación se realiza clonando los datos de coordenadas UTM mediante la función "Connect" para su posterior utilización en otras mediciones.
- Para determinar la contaminación acústica en todo el mapa de ruido, fue necesario interpolar los datos de toda la zona, y también se utilizaron mapas internacionales de colores para la cartografía del ruido, con valores interpolados inversamente proporcionales a la distancia y a la intensidad de los valores de contaminación, que se adaptan bien al comportamiento del sonido, y la interpolación funcionó con una precisión de 0,5 metros (cada píxel informático interpolado corresponde a 0,5 metros reales en el mapa), para los colores en el mapa de ruido se toma como referencia los colores obtenidos con el software ArcGIS 10.8 (Tabla 7)

Tabla 7: Equivalencias de los nombres de colores teóricos y los del software ArcGIS 10.8

Nivel Sonoro (dB)	Nombre Según teoría (Lopez, 2016, pg. 8)	Nombre según el software Arc GIS 10.8
<35	Manzana ligera	Ligth apple
35-40	Verde claro	Ligth green
40-45	Verde pavo real	Peacock green
45-50	Amarillo solar	Solar yellow
50-55	Mango	Mango
55- 60	Oro electrónico	Electron gold
60-65	Sevilla naranja	Seville orange
65-70	Flor de pascua roja	Poinsetia red
70-75	Rosa fucsia	Fuchsia pink
75-80	Yogo azul	Yogo blue
80-85	Lapizlázuli	Lapiz lazuli

Nota: Fuente: Lopez, 2016, p.8

2.1.13. Datos obtenidos

Tabla N°8 Medición de los datos turno diurno

UTM	Lmin	Lmax	LAeqT	ECA RUIDO ECA (dBA) (a)	Ordenanza Municipal (b)	IFC © (dB(A))	CUMPLE
1	57.90	63.70	60.80				NO CUMPLE
2	57.00	71.20	59.60				NO CUMPLE
3	48.80	68.00	52.90				NO CUMPLE
4	51.90	74.30	56.90				NO CUMPLE
5	52.80	69.90	57.50				NO CUMPLE
6	52.30	73.50	61.77				NO CUMPLE
7	50.20	69.90	57.50				NO CUMPLE
8	51.80	76.80	58.60				NO CUMPLE
9	51.20	69.90	51.20				NO CUMPLE
10	52.60	69.90	57.50	50	50	55	NO CUMPLE
11	53.80	73.20	56.10				NO CUMPLE
12	50.20	75.20	57.40				NO CUMPLE
13	55.00	64.50	58.63				NO CUMPLE
14	51.20	69.90	51.20				NO CUMPLE
15	50.20	72.40	56.70				NO CUMPLE
16	51.10	69.80	58.20				NO CUMPLE
17	64.80	54.87	62.00				NO CUMPLE
18	49.14	74.30	68.90				NO CUMPLE
19	59.40	77.80	65.60				NO CUMPLE
20	55.20	67.90	67.80				NO CUMPLE

Nota: Fuente propia

Tabla N°9 Medición de los datos turno nocturno

UTM	Lmin	Lmax	LAeqT	ECA RUIDO ECA (dBA) (a)	Ordenanza Municipal (b)	IFC © (dB(A))	CUMPLE
1	45.1	68.7	45.7				NO CUMPLE
2	50.2	75.2	57.4				NO CUMPLE
3	45	70.9	46.8				NO CUMPLE
4	45.1	68.7	45.9				NO CUMPLE
5	44.9	71.6	46.3				NO CUMPLE
6	47.1	68.5	47.6				NO CUMPLE
7	45.1	68.7	45.2				NO CUMPLE
8	47.2	70.3	45.0				NO CUMPLE
9	43.1	68.7	46.2				NO CUMPLE
10	45.2	71.0	45.7				NO CUMPLE
11	49.2	70.4	45.1	40	40	45	NO CUMPLE
12	44.9	68.2	45.1				NO CUMPLE
13	44.2	72.3	47.0				NO CUMPLE
14	47.2	73.8	47.3				NO CUMPLE
15	43.5	69.8	44.5				NO CUMPLE
16	44.2	71.0	45.7				NO CUMPLE
17	43.2	69.8	44.8				NO CUMPLE
18	44.9	68.2	45.1				NO CUMPLE
19	45.7	71.0	46.1				NO CUMPLE
20	41.1	72.2	46.9				NO CUMPLE

Nota: Fuente propia

Figura 6 Imágenes tomadas al momento de la medición en la Estación 16 – CCM2L

Figura 7 *Imágenes tomadas al momento de la medición en la Estación 16 – CCM2L*



Figura 8 *Imágenes tomadas al momento de la medición en la Estación 16 – CCM2L*



Figura 9 Imágenes tomadas de la parte externa de la Estación 16 – CCM2L



Nota: Fuente Google Earth Pro 2023

Figura 10 Imágenes tomadas de la parte externa de la Estación 16 – CCM2L



Nota: Fuente Google Earth Pro 2023

2.1.14. El estudio de impacto ambiental en la construcción de la Línea 2 estación 16

La Concesionario Metro de Lima Línea 2 ha adjudicado a INERCO Perú el servicio de actualización del Estudio de Impacto Socio Ambiental semidetallado del proyecto ‘Línea 2, una de las actuaciones en materia de infraestructuras más importantes que se están llevando a cabo en Perú. Este proyecto, está estructurado como una APP, contando con fondos del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y Banco de Desarrollo de América Latina.

2.1.15. Principales impactos ambientales

Según los estudios disponibles, la construcción de la Línea 2 del Tren Electrificado - Estación 16 puede causar varios impactos ambientales:

Generación de ruido: la construcción de una infraestructura como la Línea 2 del Tren Electrificado podría generar una cantidad significativa de ruido, que podría afectar a las comunidades vecinas.

Cambios en la movilidad y el tráfico: la construcción de la línea modificará la movilidad y el tráfico en la zona, lo que afectará a la calidad del aire y a la congestión de vehículos.

Cambios en la dinámica socioespacial: la presencia de la línea puede cambiar la dinámica socioespacial dentro del área de influencia de la estación, lo que puede tener un impacto en la distribución de los servicios y la agrupación de grupos dirigidos a segmentos del mercado turístico.

Creación de empleo y actividad económica: la construcción de la línea podría tener un impacto positivo en la creación de empleo y actividad económica en la zona, especialmente durante la fase de construcción.

Con el fin de minimizar los impactos sobre el medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades afectadas, estos impactos ambientales deben ser considerados y gestionados adecuadamente a través de medidas de mitigación y compensación.

2.1.16. Análisis de los resultados

Luego de realizar una evaluación de la contaminación acústica en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico – Estación 16; mediante el análisis del nivel de ruido y determinando sus efectos negativos para la salud de las personas; se determinó que, la medición estuvo enmarcado bajo la Norma Técnica Peruana NPT-ISO/IEC 17025:2017; para realizar la evaluación se monitoreo el punto (01) RA-16, cuyos resultados fueron comparados con el D.S.N°085.2003-PCM – Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para ruido – zona de Protección especial; la Ordenanza Municipal N°1965-2016-MML.

De los resultados de los niveles de ruido se desprende que el 100% de los resultados superaron las normas de calidad ambiental acústica establecidas en el D.S. N°085.2003-PCM para las zonas de protección especial durante el día (50 dB(A)) y la noche (40 dB(A)); y las normas de prevención y control de la contaminación acústica establecidas en la Ordenanza Municipal N°1965-2016-MML.

Durante un periodo de 24 horas, los niveles de ruido en la estación superaron las normas de calidad ambiental acústica establecidas en las Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI. 55 dB(A) durante el día y 45 dB(A) durante la noche en los distritos de zonificación Residencial, Institucional y Educativo. Los promedios diurno y nocturno fueron de 58,8 dB(A) y 45,1 dB(A), respectivamente, superando los límites establecidos por el DS N° 085/2003-PCM y la Ordenanza Municipal N° 1965-2016-MML. A pesar de la presencia de maquinaria pesada y la presencia de trabajadores, se pudo observar la circulación de vehículos desde la Avenida 28 de Julio, otras actividades en la zona y peatones.

Durante el monitoreo de ruido realizado durante dos semanas, del 30 de octubre al 11 de noviembre de 2023, se constató que el área de estudio forma parte de una Zona de Protección Especial (D.S. N°085-2003-PCM) y que los niveles de ruido cumplen con la Evaluación de

2.1.17. Estrategias de reducción del ruido ambiental

Se pueden considerar las siguientes estrategias para reducir el ruido ambiental durante la construcción de la estación 16 de la línea 2:

- **Medición de los niveles de ruido:** Los niveles de ruido ambiental en la zona de construcción deben medirse para determinar las fuentes de ruido y desarrollar medidas de mitigación.
- **Reducción del tráfico de vehículos:** La reducción del tráfico de vehículos en la zona de construcción reducirá el ruido generado por los vehículos.
- **Uso de barreras acústicas:** La instalación de barreras acústicas reducirá la transmisión de ruido a los alrededores.
- **Uso de maquinaria poco ruidosa:** El uso de maquinaria poco ruidosa puede reducir las emisiones de ruido durante la construcción.
- **Concienciación pública:** Es importante informar a los residentes sobre el proceso de construcción y las medidas de mitigación del ruido que se están aplicando para reducir su impacto.
- **Estas estrategias pueden adaptarse a objetivos específicos para mejorar la situación actual del ruido en la zona de construcción e incorporar esta gestión a la planificación futura.**
- **También es importante tener en cuenta la normativa vigente en materia de evaluación y gestión del ruido ambiental.**
- **Mejora de la calidad del aire - componente de ruido ambiental y prevención de su deterioro:**
- **Vigilancia y seguimiento mensual de la contaminación acústica.**

- Localizar los equipos que generan más ruido para solicitar cambios en el diseño, incluyendo grupos electrógenos y compresores de aire para realizar esta actividad se debe retirar al personal.
- Los trabajos que implican mayor movimiento de equipos se realizan de forma rotativa durante el día.
- Desarrollar y aplicar campañas de educación ambiental sobre el ruido ambiental para aumentar la concienciación y la sensibilización.
- Se retiró el intercambio de personal que portaba radios de comunicación cuando se utilizaban alarmas de respaldo.
- En el caso de los equipos de grúa se retiraron las sirenas durante la descarga y se sustituyeron las radios de comunicación y el personal de guardia en cada planta.

III. APORTES MÁS DESTACADOS A LA EMPRESA

A continuación, detallaré mis contribuciones durante el desarrollo de una parte del proyecto, que consistió en determinar el nivel de contaminación acústica y conocer su impacto en la salud de los trabajadores y transeúntes; con el fin de proponer medidas y mitigaciones adecuadas para la ejecución del proyecto de la Línea 2 del Tren Eléctrico - Estación 16.

- Mi contribución ha consistido en realizar mediciones de ruido a diferentes horas del día y en distintas fases de la construcción del proyecto, elaborando informes técnicos para la dirección de la empresa.
- Mediante la elaboración de mapas de ruido y el uso de técnicas de análisis espacial, se identificaron las zonas susceptibles de verse afectadas por la contaminación acústica y se propusieron medidas paliativas para reducir los niveles de ruido.
- Se realizó campañas de sensibilización a los trabajadores para darles a conocer los daños causados a corto y largo plazo; además de implementar la doble protección auditiva a los operadores de equipos en las áreas de excavación, compactación, corte.
- Se realizaron programas de monitoreo a nivel ocupacional a modo de proteger al trabajador en la exposición al ruido ya que a nivel ocupacional el nivel de ruido es mayor llegando a obtenerse valores de hasta 91.5 decibeles en los trabajos de picado de vereda con mini excavadora.
- También se realizaron programas sobre campañas de sensibilización para ayudar a reducir la contaminación acústica, mejorar la calidad de vida de los trabajadores y transeúntes de la Línea 2 del Metro de Lima y promover modos de transporte sostenibles y eficientes.
- La utilización de fuentes de energía renovables en la construcción y explotación de líneas de trenes eléctricos puede lograrse durante la evaluación de la contaminación acústica en las distintas fases del proyecto, contribuyendo así al desarrollo de políticas

y normativas medioambientales relacionadas con la contaminación acústica.

- Dentro de la empresa mis aportes como coordinadora de SSOMA fue de gran ayuda ya que se realizó su línea base de esa manera se implementó todo su sistema de gestión en seguridad, medio ambiente, se implementó su plan anual en seguridad y medio ambiente capacitaciones, realizando informes mensuales y de fin de año; aparte de organizar el área para que esto funciones de manera coordinada con la parte operativa.

IV. CONCLUSIONES

- El Autor cuenta con una experiencia en Supervisión de SSOMA en actividades de riesgo eléctrico, también con conocimientos en Medio Ambiente; Sistemas de Gestión Ambiental, Manejo de Residuos Sólidos, Prevención y Respuesta a Emergencias, mostrando competitividad.
- El Autor cuenta con una trayectoria profesional en diferentes Proyectos tan en el rubro de construcción como en el rubro eléctrico como Supervisor de Seguridad, Salud y Medio Ambiente para la Empresa GECODEM E.I.R.L. lo que ha permitido planificar, implementar, ejecutar y dar seguimiento al sistema de Gestión de SSOMA.
- Los niveles de contaminación acústica en la Estación 16-CCM2L se encontró que fue de LAeq promedios de 58.8 dB, permitiendo elaborar los Mapas de Ruido que se traducen en colores cercanos al verde, amarillo y rojo lo que se interpreta como niveles de contaminación acústica bajos, media y alto.
- Se observó que el 100% de los puntos sobrepasaron lo estipulado por la normatividad ambiental vigente para zona mixta con rango de comparación a zona residencial, concluyendo que la contaminación acústica depende de la operatividad de centros comerciales y en gran medida del parque automotor.
- Los posibles impactos identificados en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico son a los trabajadores (personas) y transeúntes, animales, al consumo de energía y de recursos naturales, el cambio de uso del suelo urbano, cambios en la movilidad y el tráfico provocando impactando en la calidad del aire y congestión vehicular y alteración de las dinámicas socio espaciales.
- Las estrategias para reducción del ruido ambiental en el proceso constructivo son la medición de los niveles de ruido permanentemente, para identificar sus fuentes,

reducción del tráfico vehicular y el uso de barreras acústicas, uso de maquinaria silenciosa e información a la población.

V. RECOMENDACIONES

Basándome en las conclusiones, así como en las estrategias para reducir el ruido ambiental en el proceso constructivo de la Línea 2 de Lima estación 16; las recomendaciones para mitigar los impactos identificados son los siguientes.

- Monitoreo continuo del ruido; porque es fundamental realizar un monitoreo constante de los niveles de ruido durante la construcción de la Línea 2 del Tren Eléctrico - Estación 16 para identificar las fuentes de ruido y tomar correctivas oportunamente.
- Implementación de barreras acústicas; acá se deben instalar barreras acústicas en áreas críticas para reducir la propagación del ruido hacia las zonas circundantes, especialmente en puntos donde se ha identificado que se sobrepasan los límites establecidos por la normativa ambiental.
- Uso de maquinaria silenciosa; en este punto se debe priorizar el uso de maquinaria con menor nivel de ruido para reducir la emisión de ruido durante el proceso constructivo y la gestión del tráfico vehicular; acá se deben implementar medidas para reducir el tráfico vehicular en la zona de construcción, como la optimización de rutas de transporte de materiales y la promoción de medios de transporte menos ruidosos.
- Información a la población; es importante mantener a la población informada sobre el proceso constructivo, los niveles de ruido esperados y las medidas que se están implementando para mitigar el impacto del ruido ambiental.

Estas recomendaciones buscan abordar los impactos identificados en el proceso constructivo de la Línea 2 del Tren Eléctrico, especialmente en lo que respeta a la contaminación acústica. Al implementar estas medidas, se puede contribuir a minimizar el impacto en la calidad de vida de las comunidades circundantes y en el entorno ambiental.

VI. REFERENCIAS

- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Bello Rodríguez, BM, Benítez Fuentes, B., Escobar Blanco, LM, & Zamora Monzón, R. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. *Revista médica electrónica*, 39 (5), 1160-1170.
- Acero Calderón, J., Jaimes Becerra, M., y Romero Duque, G. A. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. *Tecnura*, 20(49), 152–166. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10>
- Bendezú y Ríos (2021) Contaminación sonora y su efecto en la salud de los habitantes alrededor de la estación Naranjal durante la pandemia, Independencia, 2021. [Tesis de la Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76487>
- Romero Duque, G., Calderón Acero, J., & Jaimes Becerra, M. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. *Revista Tecnura*, 20(49), 152-166. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10
- Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica https://www.academia.edu/33507708/Modelamiento_del_ruido_ambiental_con_el_apoyo_de_herramientas_de_Sistemas_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica
- Muñoz, E. Contreras, A, Molero, M. (2018) Ingeniería del medio ambiente. Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://www.cip.org.ec/attachments/article/450/ANEXO%20%20RUIDO.pdf>
- OEFA Contamination Sonora de Lima y Callao

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1256637/La%20contaminaci%C3%B3n%20sonora%20en%20Lima%20y%20Callao.pdf?v=1598309908>

Ministerio de Salud ([MINSAL], 2019) Guía técnica: vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo. Sitio web http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Guia_Tecnica_vigilancia_del_ambiente_de_trabajo_ruido.pdf

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental ([OEFA], 2015) “La Contaminación Sonora en Lima y Callao” Informe sobre contaminación sonora en Lima y Callao. Lima-Perú.

Organización Mundial de la Salud ([OMS], 2019) OMS limitar exposición a ruidos excesivos por su impacto en la salud. Sitio web <https://www.dw.com/es/la-oms-recomienda-limitar-exposici%C3%B3n-a-ruidos-excesivos-por-su-impacto-en-la-salud/a-45823552>

Organización Mundial de la Salud ([OMS], 2020) Declaración de la AMM sobre la contaminación acústica. Sitio web. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-la-amm-sobre-la-contaminacion-acustica/#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la,el%20sue%C3%B1o%20y%20el%20rendimiento.>

VII. ANEXO

ANEXO I

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

OHLAC-044-2023

1.- SOLICITANTE

Nombre: GREENLAB PERU S.A.C.
Dirección: CAL.SANTA ANGELICA NRO. 285 URB. SANTA LUISA (A UNA CUADRA DE LA UCV) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
OTI: LC-088

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales (INACAL) y/o internacionales.

OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades de medida del Perú.

OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Sonómetro

Marca: Larson Davis
Modelo: 831
N° de Serie: 0003369
Clase: 1
Micrófono: AWA 14421
N° S. Micrófono: 95936
Resolución: 0,1 dB
Procedencia: Estados Unidos

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El instrumento fue calibrado el 2023 - 02 - 23.
- * La calibración se realizó en el Área de Electroacústica del Laboratorio OHLAB S.A.C.

4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	23,4 °C	±	0,2 °C
Humedad	52,2 % HR	±	2,2 % HR
Presión	1011,7 hPa	±	0,3 hPa

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C.. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Fecha de emisión: 2023-02-23

Sello



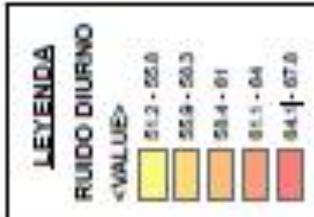
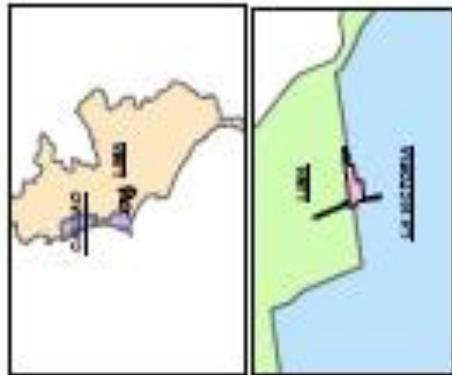
OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC
Juan Diego Arribasplata
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



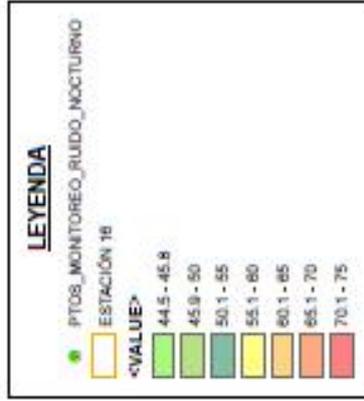
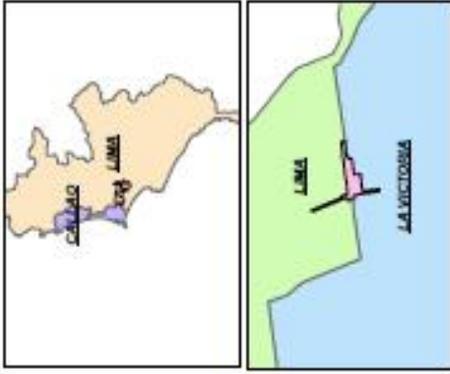
OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
 Laboratorio de Metrología
 Avenida La Marina N° 365, La Perla Callao - Peru
 Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
 Email: comercial@ohlaboratory.com
 Web: www.ohlaboratory.com

ANEXO II

**MAPA DE RUIDO DIURNO Y NOCTURNO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA
LÍNEA 2 DEL TREN ELÉCTRICO – ESTACIÓN 16**



		UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	
MAPA DE RUIDO DE LA ESTACIÓN 16 DEL METRO 1 DE LIMA Y CALLAO			
TÍTULO DEL DISEÑO			
Proyecto: LÍNEA 1 DE METRO 1 DE LIMA Y CALLAO	Ubicación: Av. 28 DE SEPTIEMBRE - LA VICTORIA Miraflores LIMA Y CALLAO	Fecha: 01	Escala:
Realizó: J. LUIS	Diseño: DTM, WDM M, TOME M	Verifica: Digital Normativa, 1103	



 UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	
MAPA DE RUIDO DE LA ESTACION 16 DEL METRO 2 DE LINIA Y CALLAO TURNO NOCTURNO	
Proyecto: LINEA 2 DE METRO DE LINIA Y CALLAO	Diseñador: Av. 28 DE JULIO - LA VICTORIA
Docente: 15000	Elaborado por: Bachiler Larraín Ramiro Conzaga
Fecha: 15/02/2023	Lugar: Lima
Versión Digital (Noviembre, 2023)	No. 02

