



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO  
HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN  
CERCADO DE LIMA

**Línea de investigación:**

**Procesamiento digital de imágenes y señales**

Informe de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Vargas Santillán, Emilio José

**Asesora:**

Doris Esenarro Vargas  
(ORCID: 0000-0002-7186-9614)

**Jurado:**

Nizama Espinoza, Víctor  
Fernández Ybarra, Felicita Nancy  
Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

**Lima - Perú**

**2023**

# IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN CERCADO DE LIMA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://www.munihuamanga.gob.pe">www.munihuamanga.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://tc.gob.pe">tc.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
6	CLB TECNO LOGICA S.A.C. "MEIA de la Estación de Servicio Mónaco para la Venta de GNV-IGA0020098", R.D. N° 093-2004-MEM/AAE, 2022 Publicación	1%
7	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%

**Dedicatoria**

A toda mi familia que todos los días me brindaron su apoyo y creyeron en mi incondicionalmente.

Principalmente a mi hermano Félix, por estar siempre en cada momento de mi etapa profesional, por su paciencia y ejemplo que me permitió llegar hasta este momento importante.

A Gabriela Rímac, por alentarme a ser mejor cada día, por su motivación y apoyo siempre.

### **Agradecimiento**

Principalmente a Dios y a los docentes durante mi formación en la FIGAE, que me brindaron todos sus conocimientos.

A mis amigos y funcionarios públicos de la Subgerencia de Gestión Ambiental en el año 2018 de la Municipalidad Metropolitana de Lima por la enseñanza y compañerismo brindando.

## Índice

Índice.....	4
Índice de tablas.....	6
Índice de figura .....	7
Resumen.....	8
Abstract .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Trayectoria del Autor.....	11
1.2. Descripción de la Empresa .....	12
1.3. Organigrama de la Empresa .....	14
1.4. Áreas y funciones desempeñadas .....	17
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA .....	20
2.1. Descripción del área de trabajo.....	21
2.2. Marco Normativo .....	22
2.3. Definición de términos básicos.....	24
2.4. Materiales .....	25
2.5. Implementación del sistema de información geográfica .....	26
2.6. Evaluación de los niveles de contaminación sonora.....	34
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA .....	39
IV. CONCLUSIONES.....	40
V. RECOMENDACIONES .....	41

VI. REFERENCIAS .....	42
VII. ANEXOS .....	46
Anexo A .....	47
Anexo B .....	48
Anexo C .....	49

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Límites del distrito de Cercado de Lima</i> .....	21
Tabla 2 <i>Anexo 1 de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido</i> .....	23
Tabla 3 <i>Información recopilada por cada punto de medición</i> .....	29

## Índice de figura

Figura 1 <i>Organigrama de la MML 2023</i> .....	14
Figura 2 <i>Organigrama de la GSCGA 2023</i> .....	16
Figura 3 <i>Metodología para el uso del sistema de información geográfica para la evaluación de la contaminación sonora</i> .....	26
Figura 4 <i>Sonómetro usado en la medición de ruido ambiental</i> .....	28
Figura 5 <i>Medición de ruido ambiental</i> .....	29
Figura 6 <i>Tabla de atributos de los puntos de medición de ruido ambiental</i> .....	30
Figura 7 <i>Distribución espacial de los puntos de medición de ruido ambiental en el distrito</i> .	31
Figura 8 <i>Herramienta de interpolación IDW en el software ArcGIS 10.6</i> .....	32
Figura 9 <i>Imagen ráster obtenida sin clasificar</i> .....	32
Figura 10 <i>Clasificación de los niveles de ruido en 5 escalas o matices</i> .....	33
Figura 11 <i>Imagen ráster obtenida clasificada en 5 escalas</i> .....	33
Figura 12 <i>Escalas o rango a evaluar según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM</i> .....	34
Figura 13 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 1</i> .....	35
Figura 14 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 2</i> .....	35
Figura 15 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 3</i> .....	36
Figura 16 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 4</i> .....	36
Figura 17 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 5</i> .....	37
Figura 18 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 6</i> .....	37
Figura 19 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 7</i> .....	38
Figura 20 <i>Evaluación del nivel de ruido en la zona 8</i> .....	38
Figura 21 <i>Plano de ubicación del distrito</i> .....	47
Figura 22 <i>Plano de ubicación de puntos de medición de ruido ambiental</i> .....	48
Figura 23 <i>Mapa de ruido del distrito de Cercado de Lima</i> .....	49

## Resumen

Este informe tiene como finalidad detallar la experiencia profesional, especializaciones, estudio de postgrado, diplomados, entre otros que ha desarrollado el Autor. Así como también las funciones y actividades que vengo ejerciendo dentro de la especialidad de Ingeniería Geográfica. Asimismo, detallo la implementación o desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) como herramienta de evaluación de la contaminación sonora o acústica dentro de los límites del distrito de Cercado de Lima, que desarrollé dentro de mis funciones como especialista en sistema de información geográfica (Especialista SIG) en la Municipalidad de Lima (MML); detallo asimismo también el uso de una metodología de retícula o grilla que determina mediante la superposición sobre el plano del distrito, de líneas que representan las vías y donde las intersecciones de vías indican las mejores ubicaciones de los puntos de medición. Finalmente, presento como producto final o resultado de la actividad, un mapa de ruido elaborado mediante la interpolación de los valores obtenidos en campo y permitiendo evaluar y determinar las zonas de uso residencial con alta contaminación sonora dentro del Cercado de Lima para el cumplimiento de la normativa local y nacional.

**Palabras claves:** contaminación sonora, mapa de ruido, sistema de información geográfica, interpolación

### **Abstract**

The purpose of this report is to detail the professional experience, specializations, postgraduate studies, diplomas, among others that the author has developed. As well as the functions and activities that I have been exercising within the specialty of Geographic Engineering. Also, I detail the implementation or development of a geographic information system (GIS) as a tool for the evaluation of noise pollution within the boundaries of the district of Cercado de Lima, which I developed within my functions as a specialist in geographic information system (GIS Specialist) in the Municipality of Lima (MML); I also detail the use of a grid methodology that determines by superimposing on the district plan, lines that represent the roads and where the intersections of roads indicate the best locations of the measurement points. Finally, I present as a final product or result of the activity, a noise map elaborated by interpolating the values obtained in the field and allowing to evaluate and determine the areas of residential use with high noise pollution within the Cercado de Lima for compliance with local and national regulations.

***Key words:*** geographic information system, noise pollution, noise map, interpolation

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran necesidad de evaluar y determinar zonas con altos niveles de contaminación sonora, esto con fines de salud pública, ordenamiento, planificación urbana de las ciudades y cumplimiento de la normativa local y nacional sobre ruido ambiental (Comisión Europea, 2015), esto en los últimos años ha impulsado el desarrollo o implementación de diversas metodologías para la medición de ruido ambiental y evaluación de la contaminación sonora, mayormente impulsados por los gobiernos locales, provinciales y gobierno central elaborando instrumentos y mecanismos que requieren de una gran inversión económica para así lograr una mayor exactitud (Segués, 2007).

En ese sentido, he realizado dentro mis funciones en la MML, el desarrollo o implementación de una metodología de retícula para la selección de las mejores localizaciones y georreferenciación de puntos de medición de ruido para posteriormente la implementación de un SIG a través la interpolación de distancia inversa ponderada (IDW) (Salas & Barboza, 2016), de los valores de las mediciones obtenidas, esto con el objetivo de identificar y evaluar zonas con altos niveles de contaminación sonora de uso residenciales en el Cercado de Lima. Asimismo, en cumplimiento de la Ordenanza N° 2419-2021 y del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (ECA Ruido) y como herramienta para la implementación de diversas acciones para la prevención, vigilancia y mitigación de la contaminación sonora.

## **1.1. Trayectoria del Autor**

El Autor posee el grado académico de Bachiller en la carrera de Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Federico Villareal y es estudiante de la maestría de Ecología y Gestión Ambiental en la unidad de posgrado de la Universidad Ricardo Palma. Desde su egreso cuenta con 4 años de experiencia como especialista SIG en distintas entidades públicas.

En el año 2018 laboré en la Subgerencia de Gestión Ambiental (SGA) de la Municipalidad de Lima (MML) desempeñando el cargo de Especialista SIG, donde obtuve conocimientos avanzados de elaboración de bases gráficas, interpolación de puntos de medición, procesamiento de imágenes satelitales y la implementación de las diferentes herramientas de los distintos softwares GIS (AutoCAD, ArcGIS, Envi, Google Earth, ArcMAP, QGIS, Global Mapper).

Desde junio del 2019 a diciembre del 2021 laboré en la Dirección de Derecho de Vía (DDV) de Provias Nacional (Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional), como especialista técnico encargado de la generación de mapas temáticos, planos topográficos, bases gráficas de diversos proyectos viales del Perú, análisis y desarrollo de SIG, elaboración de bases gráficas, validación de información alfanumérica, actualización constante de data, planificación y propuestas de trabajos en base a softwares GIS.

Desde abril del 2022 hasta la actualidad laboro en la Dirección de Disponibilidad de Predios (DDP) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), como coordinador de cartografía de proyectos especiales, encargado en el diseño de derechos de vías, diseño de puertos y antepuertos, aeropuertos, planos topográficos, bases gráficas, análisis de sistemas de información geográfica y actualización constante de data.

## 1.2. Descripción de la Empresa

Donde se desarrolle el presente trabajo es la Municipalidad de Lima, la cual es una entidad establecida para dentro de la provincia de Lima, fomentar, facilitar, establecer y fortalecer espacios de participación ciudadana. Además, también es responsable de gestionar y desarrollar actividades para beneficios sociales dentro del marco legal vigente (Gobierno del Perú, s.f.).

Asimismo, a través de la Subgerencia de Gestión Ambiental (SGA), la MML ejerce en la provincia de Lima y el distrito de Cercado de Lima la función de desarrollar, proponer, dirigir y monitorear políticas, planes, programas, proyectos e instrumentos de gestión en materia ambiental para asegurar que el sistema de gestión ambiental urbana funcione correctamente, además de supervisar la aplicación de medidas y acciones ante impactos ambientales negativos, conforme a la normatividad vigente (Municipalidad de Lima, s.f.).

### *Subgerencia de gestión ambiental (SGA)*

La SGA es una unidad orgánica de la MML responsable de realizar evaluaciones de impacto ambiental y procesos estratégicos de evaluación de impacto ambiental dentro de su jurisdicción, así como evaluar y monitorear el impacto ambiental del Municipio de Lima Metropolitana (Municipalidad de Lima, 2023).

#### **Funciones.**

Según se indica en el reglamento de organización y funciones y organigrama de la MML (2023), las funciones de la SGA son:

- Proporcionar opiniones técnicas ambientales para iniciativas, estudios privados u otras propuestas de iniciativas realizadas por las unidades de la MML.

- Implementando y gestionando el Sistema de Atención de Denuncias Ambientales, llevando a cabo las actividades de control necesarias en consulta con las unidades de la MML.
- Realizar actividades para implementar el plan de mejora del ambiente en la Provincia de Lima, en consulta con las unidades de la MML e instituciones relevantes del sector público.
- Controlar e implementar tareas para controlar las emisiones, el ruido y otros factores que contaminan la atmósfera y el medio ambiente provenientes de fuentes fijas y móviles en consulta con las unidades oficiales correspondientes en el Cercado de Lima.
- Generar periódicamente información sobre calidad ambiental, recursos naturales y cambio climático para su inclusión en el SMIA (Sistema Metropolitano de Información Ambiental).
- Desarrollar y supervisar la implementación de medidas para prevenir, controlar y minimizar los impactos negativos al medio ambiente; así como desarrollar actividades de educación.
- Evaluar y brindar opiniones técnicas sobre estudios ambientales según el SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) y elaborar instrumentos complementarios de gestión ambiental del SEIA para el personal de proyectos de inversión públicos y privados involucrados en la restauración o reconstrucción, así como la certificación ambiental.
- Implementar y operar el SMIA brindando acceso a la información disponible sobre el medio ambiente, en coordinación con las unidades de la MML.

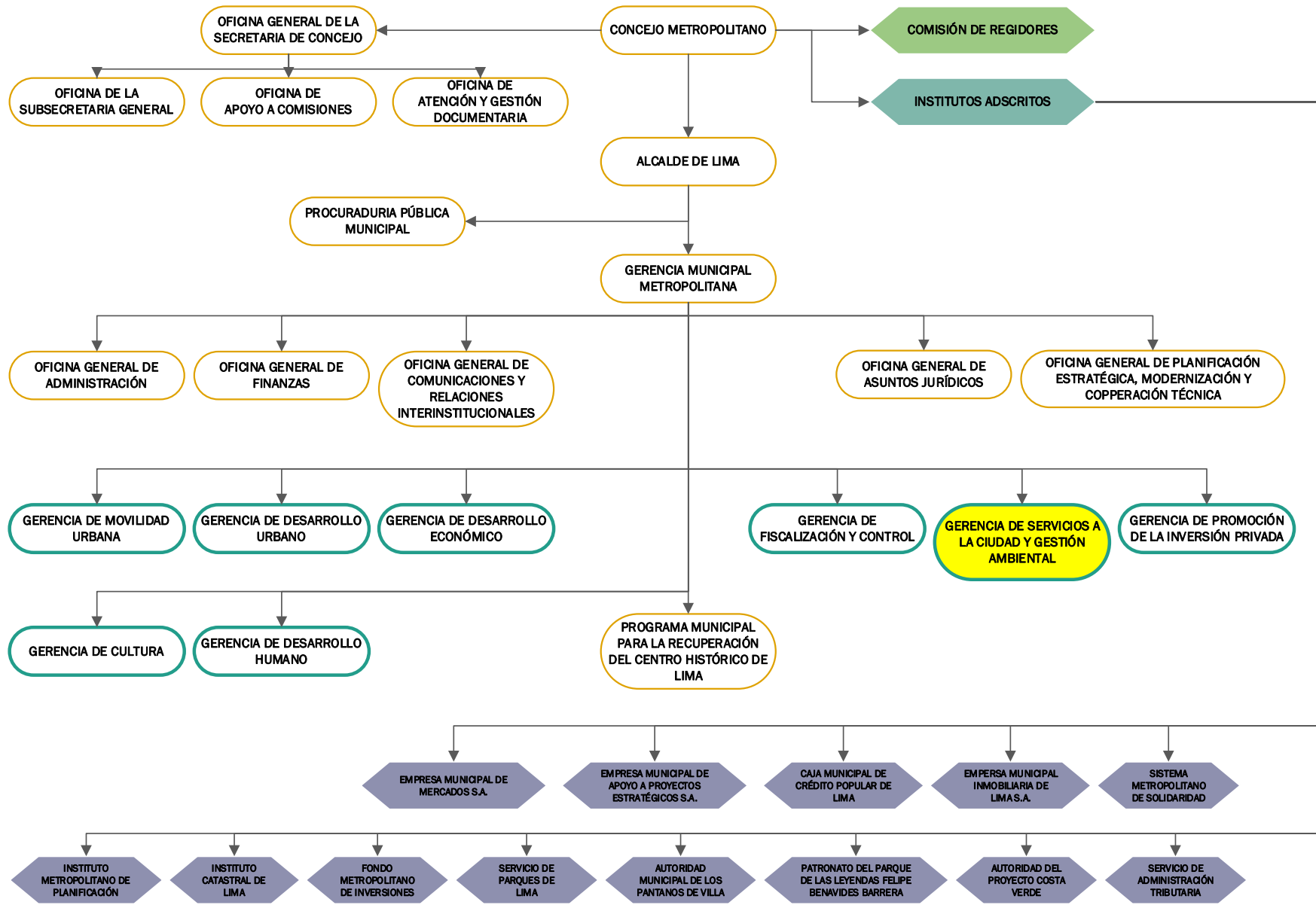
- Realizar investigación sobre temas ambientales relacionados con universidades, institutos de investigación, organizaciones profesionales y personas, y mecanismos para controlar el acceso a la información.
- Monitorear, evaluar y desplegar acciones apropiadas para controlar la contaminación ambiental causada por el parque vehicular, coordinando con las unidades y organismos pertinentes de la MML.
- Desarrollar, proponer e implementar reglamentos, convenios, resoluciones, reglamentos, directivas, instructivos, contratos, convenios y demás normas en la aplicación de las instituciones urbanísticas para simplificar trámites, de conformidad con sus competencias.

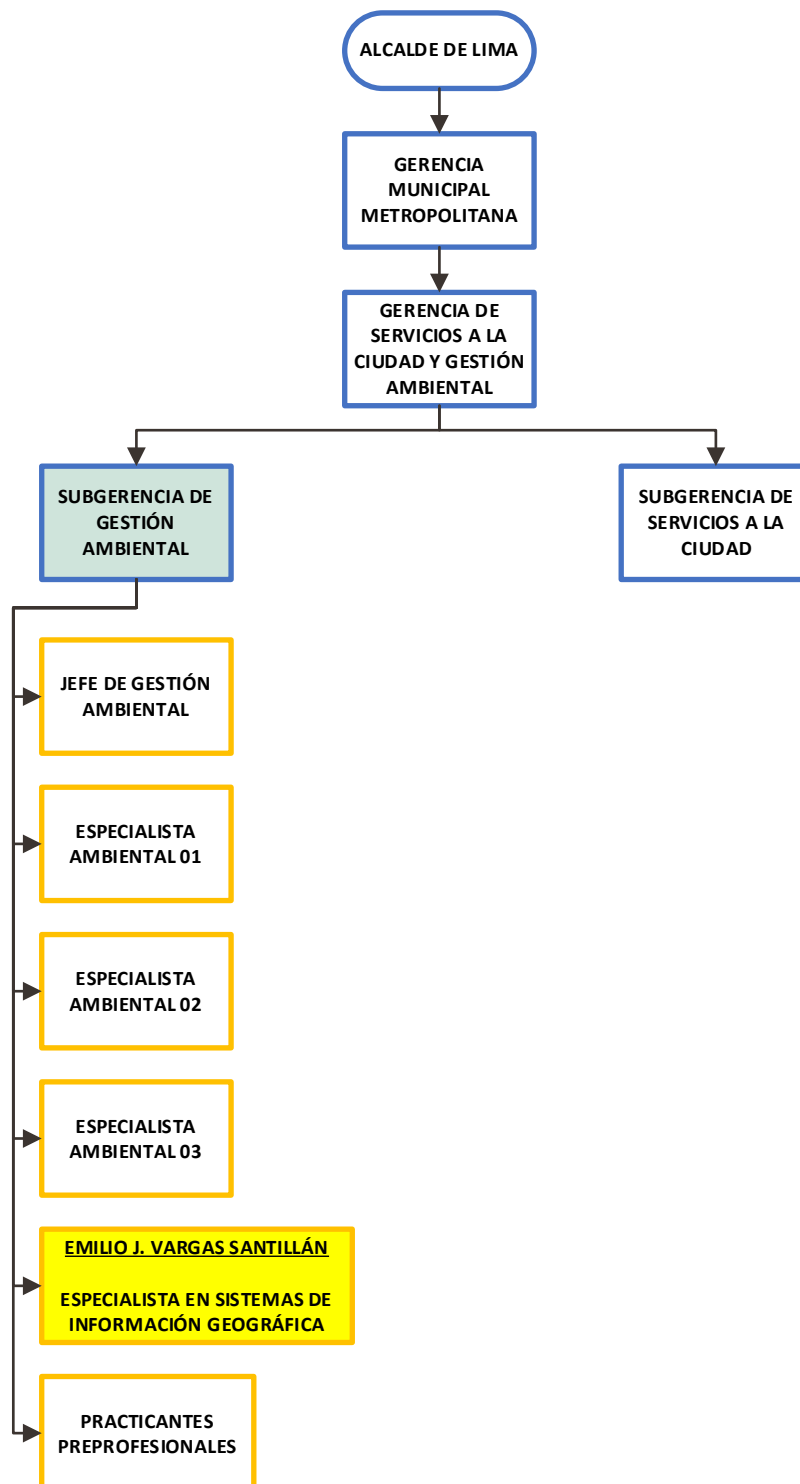
### **1.3. Organigrama de la Empresa**

A continuación, se presenta en la Figura 1 el organigrama simplificado de la MML y la GSCGA.

#### **Figura 1**

*Organigrama de la MML 2023*



**Figura 2***Organigrama de la GSCGA 2023*

*Nota.* Adaptado de la Ordenanza N° 2537-2023, Ordenanza que aprueba el reglamento de organización y funciones – ROF de la Municipalidad Metropolitana de Lima y organigrama 2023.

#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

El Autor cuenta con 4 años de experiencia desde la obtención del grado de bachiller los cuales lo ejerció como especialista SIG y técnico en diversas entidades públicas y privadas.

##### ***Municipalidad de Lima (MML)***

En la Municipalidad de Lima laboré desde enero a diciembre del 2018 como especialista SIG en la Subgerencia de Gestión Ambiental, desempeñando las siguientes labores:

- Generación de bases gráficas o cartográficas en función a levantamientos topográficos imágenes satelitales y ortofotos.
- Desarrollo de SIG para la interpolación de puntos de medición de ruido, aire y otros parámetros ambientales, apoyo en solución de problemas cartográficos en base al software ArcGIS.
- Apoyo en la capacitación en temas de cartografía al personal de la SGA para una mayor calidad de los trabajos.
- Importación a las bases graficas de información traída de campo para validación, análisis y digitación.
- Elaboración de mapas temáticos para diversos planes, programas y proyectos ambientales en el software ArcGIS.

##### ***Provias Nacional***

Laboré en la Dirección de Derecho de Vía desde junio del 2019 a diciembre del 2021 como especialista GIS en la dirección de Derecho de Vía, desempeñando las siguientes labores:

- Responsable de la cartografía para la elaboración de diversos planos con fines de adquisición predial y delimitación de derechos de vías.

- Desarrollo de SIG para la interpolación de puntos de medición de ruido, aire y otros parámetros ambientales, apoyo en solución de problemas cartográficos en base al software ArcGIS.
- Elaboración de planos para expedientes individuales para tasación y/o liberación de áreas para la ejecución de proyectos viales.
- Importación a las bases graficas de información traída de campo para validación, análisis y digitación.
- Elaboración de ortofotos en función a vuelos dron desarrollados.
- Supervisión de diversos planos y mapas presentados por las empresas consultoras o terceros.

### ***Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)***

Laboré en el Viceministerio de Transportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones desde abril del 2022 hasta la actualidad como coordinador de cartografía de proyectos especiales en la dirección de disponibilidad de predios, desempeñando las siguientes labores:

- Responsable de implementación de bases gráficas y elaboración de diversos planos con fines de adquisición predial y delimitación de derechos de vías de carreteras, ferrovías, áreas para la construcción y mejoramiento de antepuertos, puertos y aeropuertos.
- Elaboración de planos para expedientes individuales para tasación y/o liberación de áreas para la ejecución de proyectos viales.
- Elaboración de ortofotos en función a vuelos dron desarrollados.
- Supervisión de diversos planos y mapas presentados por las empresas consultoras o terceros.

- Desarrollo de SIG para la interpolación de puntos de medición de ruido, aire y otros parámetros ambientales, apoyo en solución de problemas cartográficos en base al software ArcGIS.

## II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

La contaminación sonora desde inicios del siglo pasado ha sido uno de los problemas en temas ambientales más grandes del Perú y el mundo. Actualmente, el crecimiento comercial e industrial, así como la creciente demanda de transporte, contribuyen al incremento del problema en una sociedad donde los aspectos sanitarios y de protección ambiental cada vez tienen mayor importancia.

Como una herramienta para la evaluación de este problema, en los últimos años diversas entidades públicas en su mayoría, se han propuesto identificar zonas con altos niveles de contaminación sonora mediante la implementación de SIG que permitan la obtención de mapas de ruido.

Por lo cual, un mapa de ruido se define como una representación de datos de una situación acústica existente o prevista en base a un índice de ruido, el número de personas afectadas en una zona determinada, número de viviendas expuestas a valores específicos del índice de ruido, o coste-beneficio u otros datos económicos sobre medidas correctivas o formularios de control del ruido (Consejo Nacional del Ambiente, 2007).

Se propone que el desarrollo e implementación de un mapa de ruido debe recaer fundamentalmente en las municipalidades distritales, los cuales deben tomar medidas y criterios según la realidad de sus zonas y donde el éxito de los mismos dependerá también de la capacidad de estos para la recopilar la información necesaria y de la capacidad o profesionalismo de sus técnicos para dirigir todo el proceso (Segués, 2007).

Entonces, los mapas de ruido deben reflejar plenamente la situación en el tiempo y el espacio. A partir de este supuesto, surgen varias preguntas que es necesario abordar: dónde medir, cuándo medir, cómo y cuánto medir, y cómo deben expresarse estas medidas (Suárez, 2006).

En ese sentido, se plantea como respuesta a la interrogante en que puntos realizar las mediciones, un procedimiento llamado sistema de retícula o grilla, en la cual los vértices que se fijan al superponer al plano a la zona de estudio son considerados como los puntos a realizar las mediciones.

La metodología de la retícula o también llamada grilla se determina mediante la superposición sobre el mapa de la zona de estudio de líneas, cuyas mallas tienen tamaños proporcionales al área, siendo los vértices de las líneas donde se localizan los puntos de medición (Morales, 2017).

Estos mapas de ruido obtenidos mediante este procedimiento tienen una gran representación en cuanto reflejan con un gran porcentaje de acierto la realidad, siendo una herramienta entonces válida para la identificación evaluación y diagnóstico de los niveles de contaminación sonora.

Finalmente, los mapas de ruido son un elemento importante en el desarrollo de un plan de reducción de ruido. Además, sugiere que deberían existir mapas de ruido para todas las fuentes que afectan a la comunidad (Colque, 2018).

## 2.1. Descripción del área de trabajo

El distrito capital de Cercado de Lima está ubicado en la provincia y departamento de Lima. Cuenta con un área aproximada de 22.00 km<sup>2</sup>, dividido en seis zonas vecinales, esto con la finalidad que permita una mejor administración e intervención por parte de la MML.

**Tabla 1**

*Límites del distrito de Cercado de Lima*

Orientación	Límite
Norte	Distrito de San Martín de Porres y Rímac
Este	Distrito de El Agustino y San Juan de Lurigancho
Sur	Distrito de La Victoria, Lince, Jesús María, Breña, Pueblo Libre y San Miguel
Oeste	Provincia Constitucional del Callao

*Nota.* Presento el plano de ubicación y los límites del distrito de Cercado de Lima en el Anexo A.

## **2.2. Marco Normativo**

### ***Ley General del Ambiente***

De acuerdo al artículo 115 (numeral 115.1) de la Ley N° 28611 (Ley General del Ambiente (2005), señalan que es función de las autoridades locales regular y controlar el ruido y las vibraciones, por lo que se deben establecer acciones adecuadas basadas en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental. (ECAs)”.

### ***Política Nacional del Ambiente***

Aprobado con Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM (Política Nacional del Ambiente) (2009), señala como lineamiento impulsar el desarrollo sostenible de las ciudades y asentamientos humanos en general a través de actividades de sensibilización, control de calidad y protección ambiental, planificación urbana y adecuada gestión ambiental física.

### ***Ley Orgánica de Municipalidades***

De acuerdo al artículo 161 (numeral 1.2) de la Ley N° 27972 (Ley Orgánica de Municipalidades (2003), Son responsabilidad de los gobiernos provinciales en materia de planificación, zonificación y vivienda, desempeñando las siguientes funciones: controlar el uso del suelo y designar áreas de expansión urbana, así como identificar y asignar suelos financieros, suelos urbanos, suelos no urbanizables y suelos costeros bajo su patrimonio. para fines urbanos.

### ***Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido (ECA Ruido)***

Aprobado con Decreto Supremo N° 085-2003-MINAM (Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido) (2003), en su Anexo N° 1 prioriza los niveles máximos de ruido ambiental que no pueden excederse para proteger la salud humana. Estos valores tienen en cuenta el nivel de presión sonora LAeqT (continuo equivalente con ponderación A) como parámetro y tienen en cuenta áreas y horarios de aplicación.

Se especifican cuatro zonas: 1) zona de protección especial, 2) zona residencial, 3) zona comercial y 4) zona industrial, donde cada una de las zonas corresponde un límite máximo para horario diurno y nocturno:

**Tabla 2**

*Anexo 1 de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido*

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

### ***Ordenanza para la prevención y control de la contaminación sonora***

Aprobado con Ordenanza N° 2419-2021 (Ordenanza para la prevención y control de la contaminación sonora) (2021), establece en su artículo 10, El mapa de ruido determina el impacto del ruido ambiental evaluándolo en una zona y periodo concreto, permitiendo determinar los planes necesarios para prevenir y minimizar el ruido ambiental.

Asimismo, indica que para la elaboración de mapas de ruido se debe seguir los pasos detallados en la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO 1996-1, 1996-1 y 854.001-3 o las que se encuentren vigente, respetando la zonificación o zonas de aplicación que se indican en el artículo 12 y 13.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### ***Sistema de información geográfica (SIG)***

Se define como un procesamiento de información geográfica que permite el uso de un conjunto de herramientas informáticas, para combinar de manera efectiva información gráfica y alfanumérica sobre un espacio (Domínguez, 2014).

#### ***Ruido ambiental***

Son todos los sonidos con un nivel alto exteriores no deseados, los cuales son producto por las actividades cotidianas y compuesta por muchas fuentes (Municipalidad de Lima, 2021).

#### ***Nivel de ruido***

Se refiere a la amplitud promedio del sonido que ocurre durante un período de tiempo y se expresa como LAeq (Ramírez & Domínguez, 2011).

#### ***Contaminación sonora***

La contaminación sonora o acústica se define como la presencia en el ambiente de ruido, cualquiera que sea su fuente, que cause molestias, riesgos o daños a las personas, a sus actividades o a cualquier propiedad, o cause impactos significativos en el medio ambiente. (Martínez & Peters, 2015).

### ***Sonómetro***

Un sonómetro es un dispositivo que permite medir los niveles de ruido (en decibeles (dB)). Está diseñado para responder al sonido de forma muy parecida al oído humano y proporciona mediciones de ruido objetivas y repetibles. (Ministerio del Ambiente, 2005).

### ***Mapa de Ruido***

Es el mapa de un área geográfica determinado en el cual se representan los niveles de ruido ambiental en función o mediante una paleta de colores (Municipalidad de Lima, 2021).

## **2.4. Materiales**

### ***Instrumentos***

- Cuaderno de apuntes.
- Tableros.
- Lapiceros.
- Planos de ubicación.
- Sonómetro marca Casella, clase 01, modelo CEL-63X.
- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Laptop.
- Teléfono celular.
- Impresora.

### ***Software***

- AutoCAD 2018.
- ArcGIS 10.6.

- Microsoft office 2016.
- Global mapper 18.
- Google earth pro.

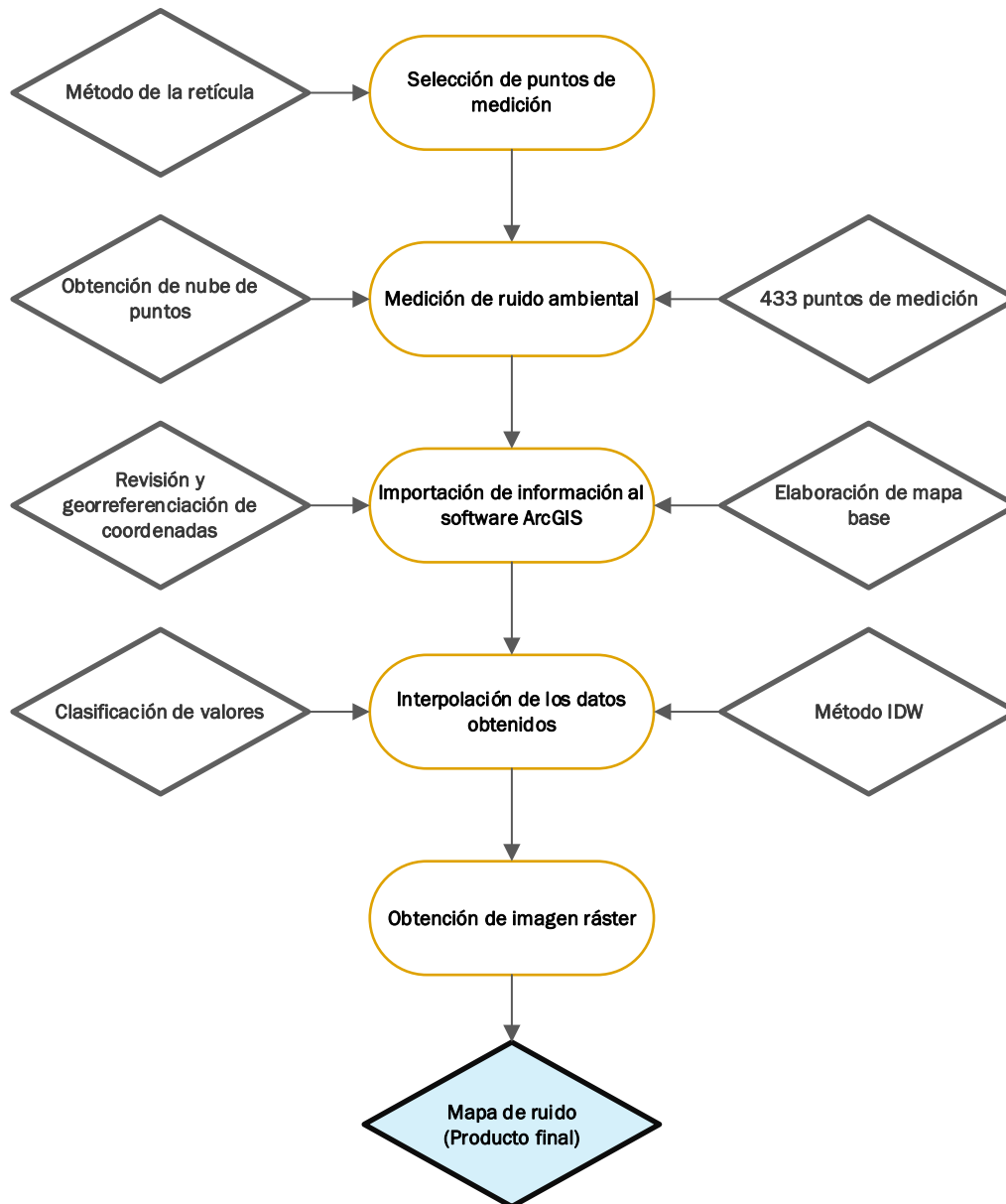
## **2.5. Implementación del sistema de información geográfica**

### ***Información cartográfica***

Se recopiló la información cartográfica del lugar de estudio, por parte del Instituto Catastral de Lima (ICL) conseguí un plano catastral del ámbito distrito del Cercado de Lima, así como también el plano catastral por parte de COFOPRI en formato DWG.

### **Figura 3**

*Metodología para el uso del sistema de información geográfica para la evaluación de la contaminación sonora*



### *Selección de puntos de medición*

Para la selección o determinación de los lugares donde se realizaron las mediciones de ruido ambiental, se utilizó la metodología de la retícula o grilla. Este método permite la obtención de resultados coherentes y reales, respetando la información real obtenida.

Donde, debido a las características y al ordenamiento urbano que presenta el distrito, se seleccionaron los lugares donde realizaron las mediciones en la intersección de avenidas y calles principales, donde a mi criterio se ubican los mejores puntos de medición.

### ***Medición de ruido ambiental***

Para el procedimiento de medición, usé un sonómetro de clase o tipo 01 de la marca Casella, modelo CEL-63X. Debidamente calibrada y siguiendo los pasos indicados en la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO 1996-1, 1996-1 y 854.001-3.

#### **Figura 4**

*Sonómetro usado en la medición de ruido ambiental*



Posteriormente realicé las mediciones en 433 puntos, mediante el llenado de un cuadro de campo, recopilando los datos que se muestra en la Tabla 3. Asimismo, se realice la toma de fotografías correspondientes por cada punto de medición.

**Tabla 3**

*Información recopilada por cada punto de medición*

Atributos
Ubicación
Coordenadas UTM, Datum WGS84
Fecha
Hora de inicio de medición
Hora de fin de medición
Presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)
Observaciones
Año

**Figura 5**

*Medición de ruido ambiental*



Finalmente, como resultado al proceso de medición de ruido ambiental, presento el plano de ubicación de los puntos en el Anexo B.

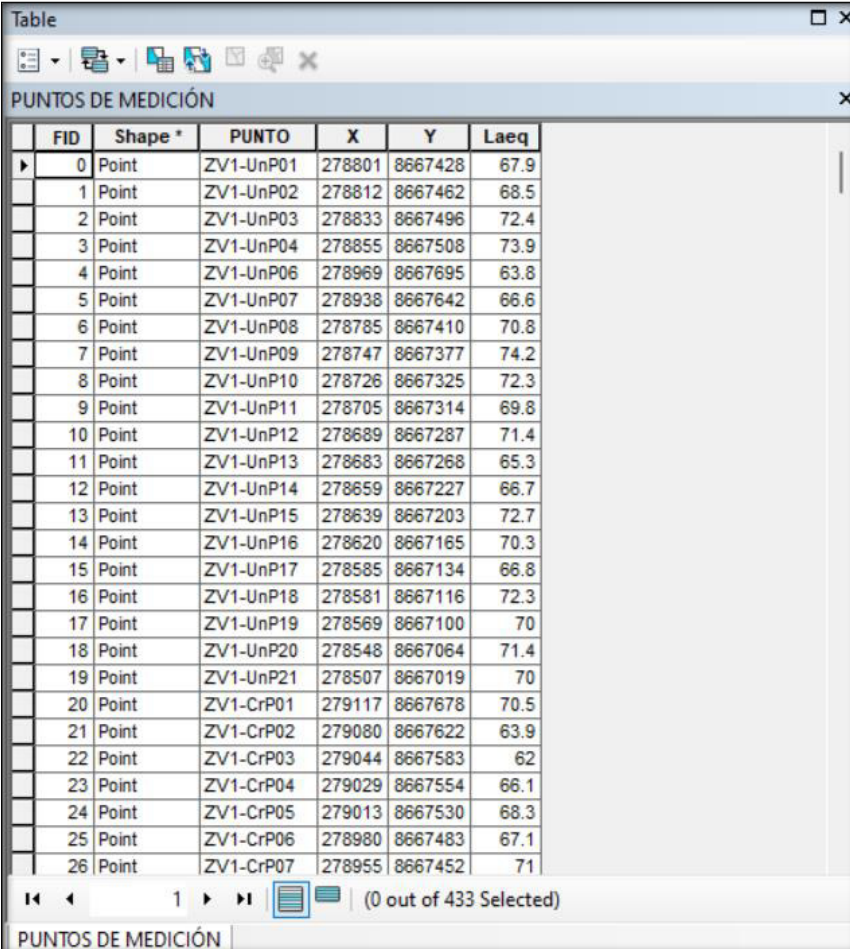
### *Importación de información al software ArcGIS*

El proceso más importante de la implementación del SIG es la importación e interpolación de los valores obtenidos en campo a través de las mediciones, esto mediante el uso del software ArcGIS 10.6.

En ese sentido, concluido las mediciones, se realizó la importación de la información recopilada en campo, obteniendo un archivo de formato Shape (SHP) con los datos o atributos necesarios para continuar con los demás procesos.

### **Figura 6**

*Tabla de atributos de los puntos de medición de ruido ambiental*

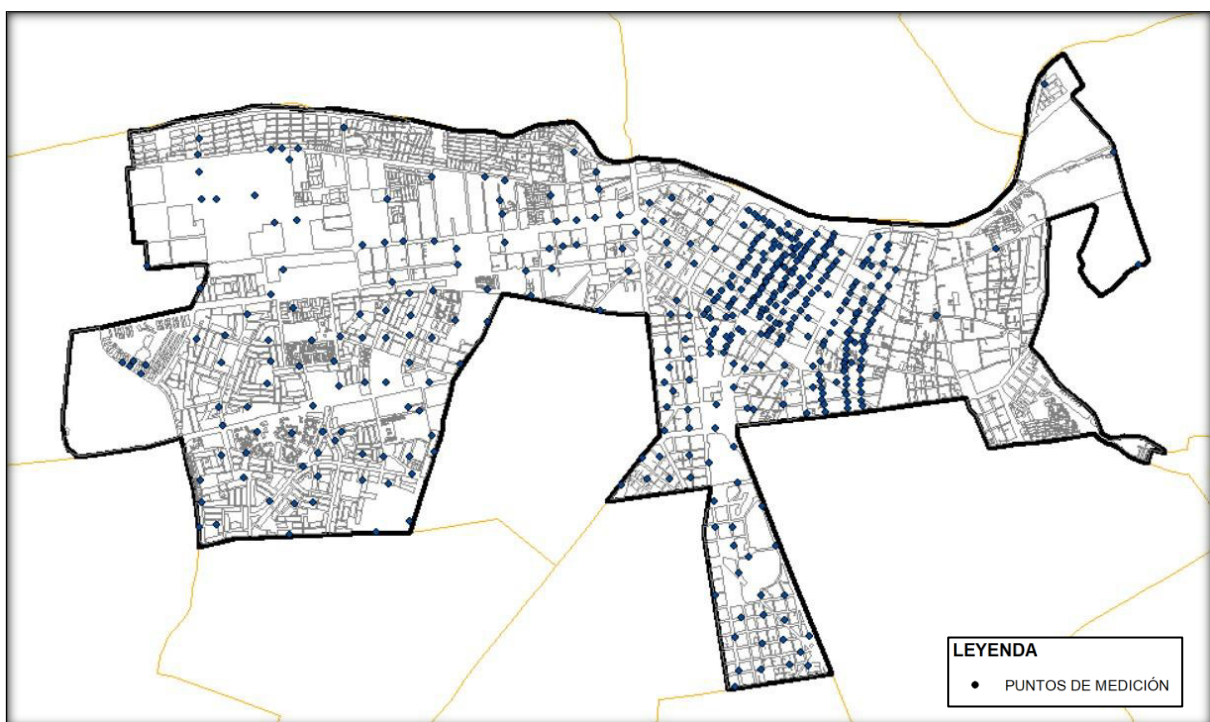


FID	Shape *	PUNTO	X	Y	Laeq
0	Point	ZV1-UnP01	278801	8667428	67.9
1	Point	ZV1-UnP02	278812	8667462	68.5
2	Point	ZV1-UnP03	278833	8667496	72.4
3	Point	ZV1-UnP04	278855	8667508	73.9
4	Point	ZV1-UnP06	278969	8667695	63.8
5	Point	ZV1-UnP07	278938	8667642	66.6
6	Point	ZV1-UnP08	278785	8667410	70.8
7	Point	ZV1-UnP09	278747	8667377	74.2
8	Point	ZV1-UnP10	278726	8667325	72.3
9	Point	ZV1-UnP11	278705	8667314	69.8
10	Point	ZV1-UnP12	278689	8667287	71.4
11	Point	ZV1-UnP13	278683	8667268	65.3
12	Point	ZV1-UnP14	278659	8667227	66.7
13	Point	ZV1-UnP15	278639	8667203	72.7
14	Point	ZV1-UnP16	278620	8667165	70.3
15	Point	ZV1-UnP17	278585	8667134	66.8
16	Point	ZV1-UnP18	278581	8667116	72.3
17	Point	ZV1-UnP19	278569	8667100	70
18	Point	ZV1-UnP20	278548	8667064	71.4
19	Point	ZV1-UnP21	278507	8667019	70
20	Point	ZV1-CrP01	279117	8667678	70.5
21	Point	ZV1-CrP02	279080	8667622	63.9
22	Point	ZV1-CrP03	279044	8667583	62
23	Point	ZV1-CrP04	279029	8667554	66.1
24	Point	ZV1-CrP05	279013	8667530	68.3
25	Point	ZV1-CrP06	278980	8667483	67.1
26	Point	ZV1-CrP07	278955	8667452	71

Asimismo, culminado la importación de la información se realizó la georreferenciación en el sistema de proyección Universal Transverse Mercator (UTM), Datum WGS84 y zona 18 sur, de cada uno de los puntos de medición al plano base o de ubicación del distrito (véase Anexo B).

### **Figura 7**

*Distribución espacial de los puntos de medición de ruido ambiental en el distrito*

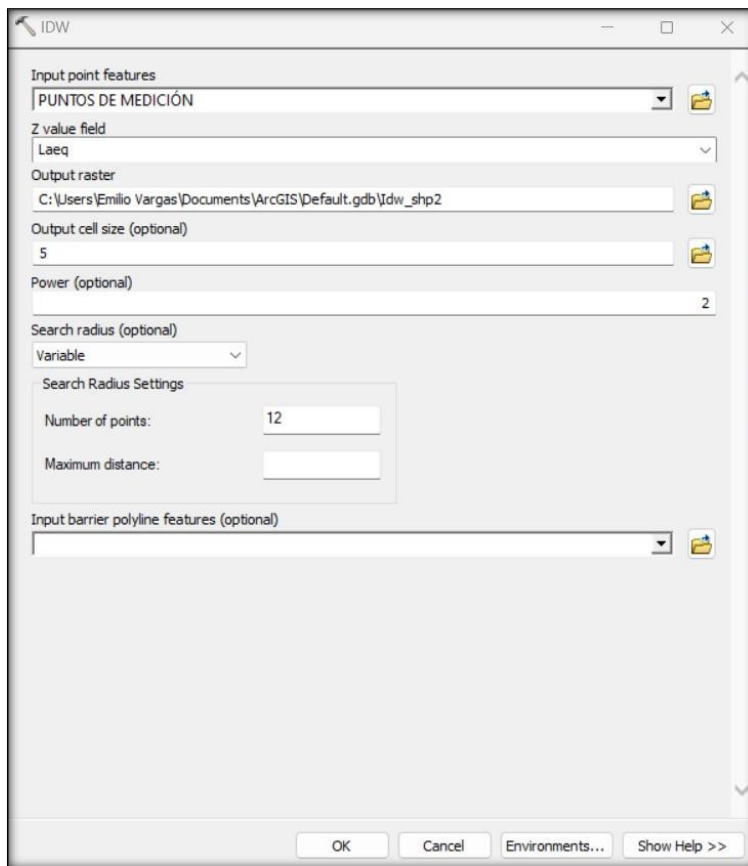


### ***Interpolación de los datos obtenidos***

Los valores del nivel de ruido obtenidos en cada punto de medición se interpolaron utilizando el método IDW (Distancia Inversa Ponderada), que es un método de interpolación espacial que supone que los puntos cercanos a la muestra son similares. Existe una relación entre cada punto de medición conocido y sus puntos circundantes. (Castro et al., 2018).

**Figura 8**

*Herramienta de interpolación IDW en el software ArcGIS 10.6*

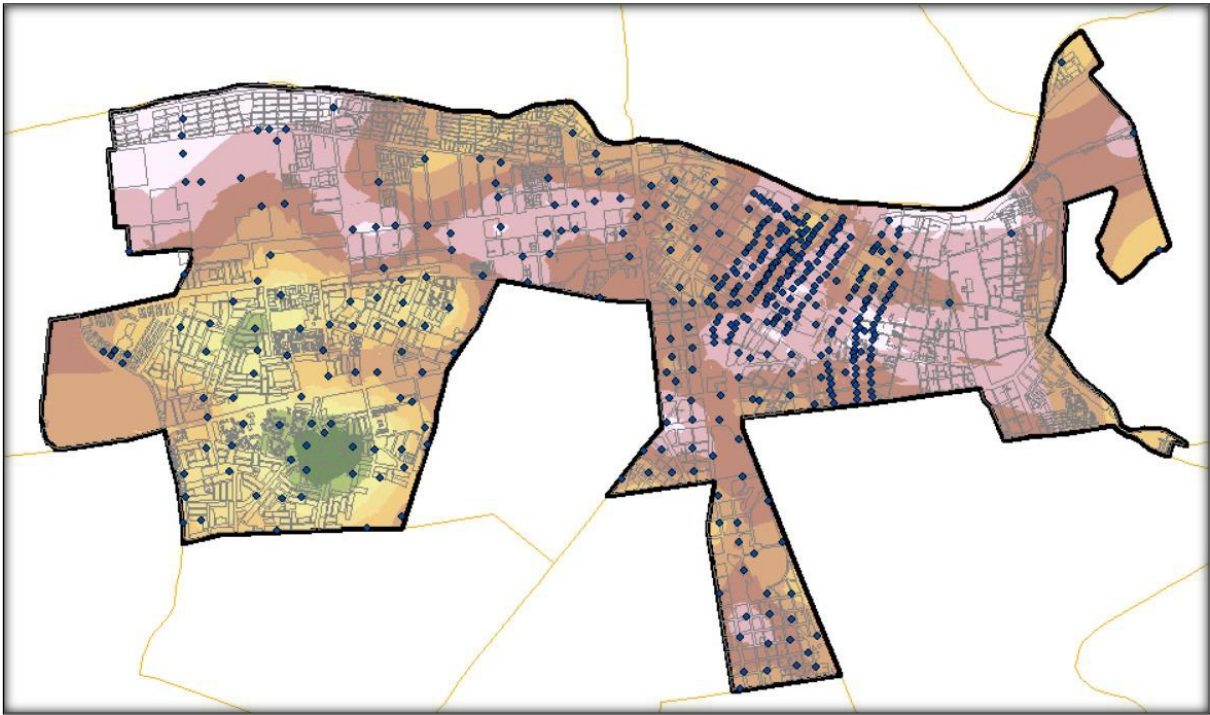
***Obtención de la imagen ráster***

Al término de la interpolación de los datos obtenidos se obtuvo finalmente la imagen ráster que representa a través de matices de cinco escalas los niveles ruido dentro de los límites del distrito del Cercado de Lima.

Finalmente, después del análisis y revisión, se finaliza la implementación del SIG con la obtención del mapa de ruido (véase Anexo C).

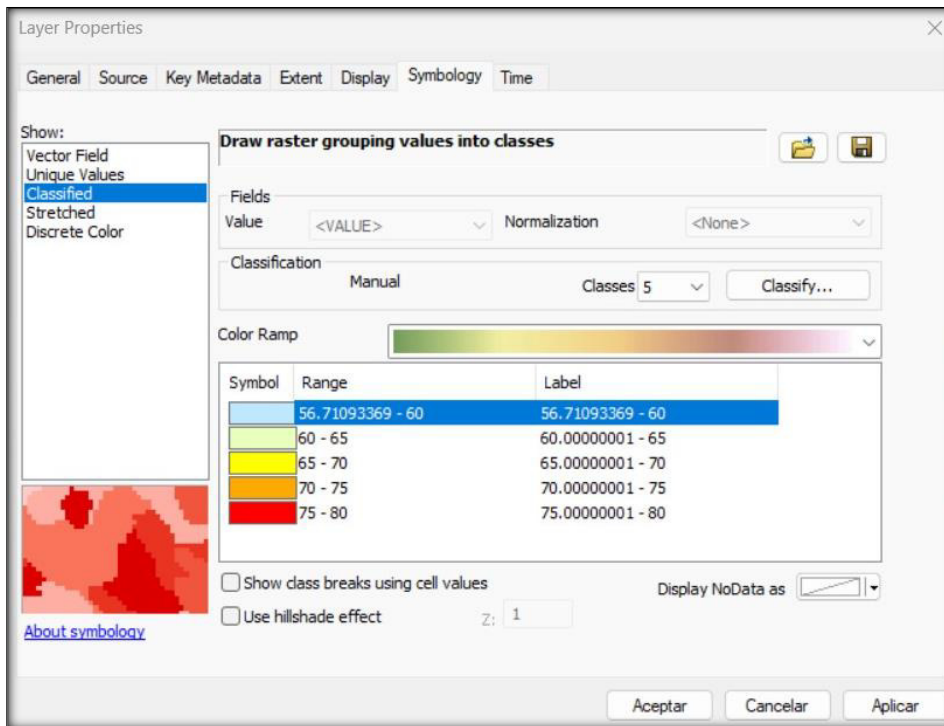
**Figura 9**

*Imagen ráster obtenida sin clasificar*



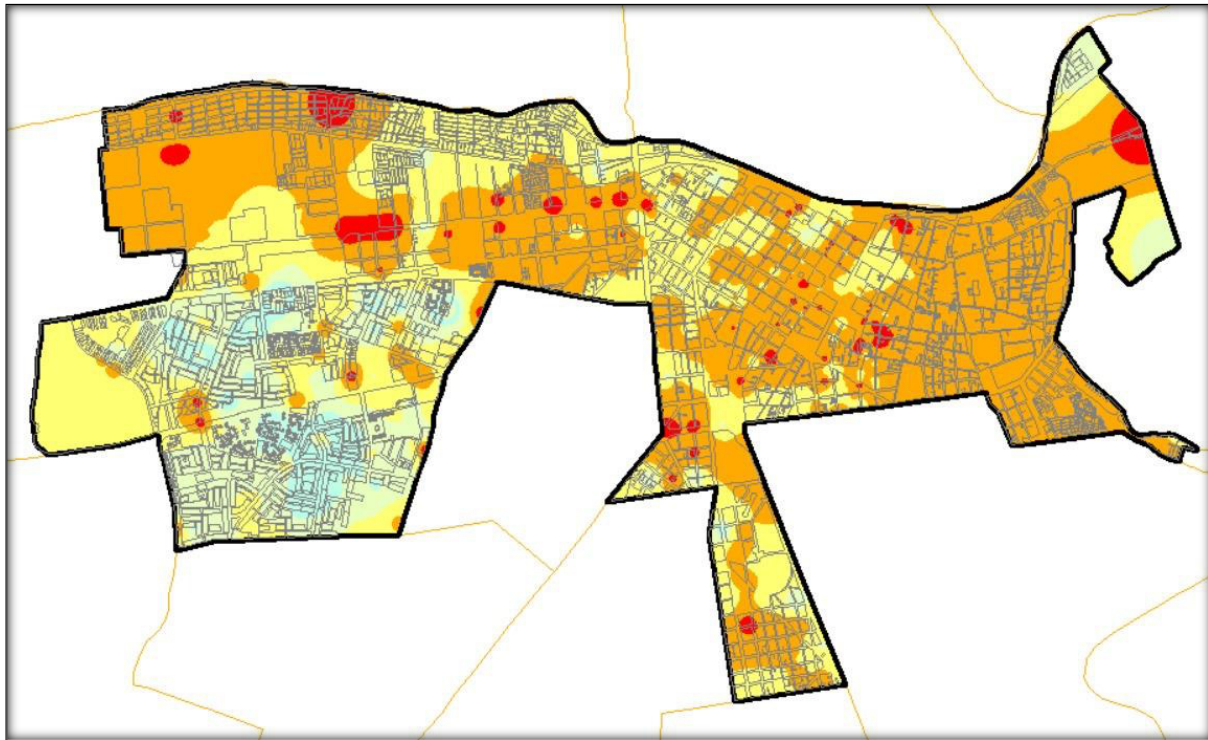
**Figura 10**

*Clasificación de los niveles de ruido en 5 escalas o matices*



**Figura 11**

*Imagen ráster obtenida clasificada en 5 escalas*

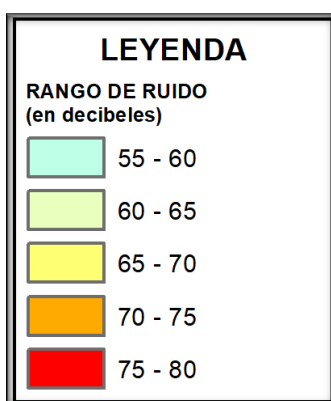


## 2.6. Evaluación de los niveles de contaminación sonora

Con el mapa de ruido concluido, realice la evaluación de los niveles de ruido en cada punto del Cercado de Lima, realizando la identificación y diagnóstico de las zonas con bajo, medio y alto nivel de ruido ambiental.

### Figura 12

*Escalas o rango a evaluar según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM*



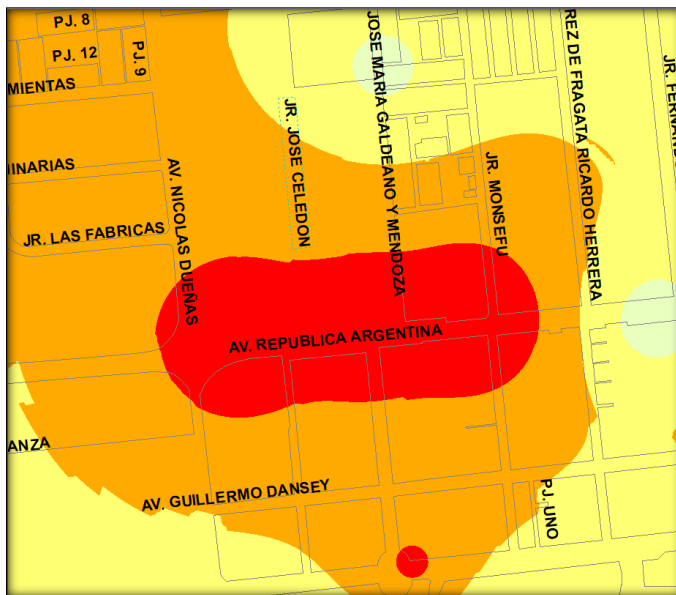
De esta manera el análisis o evaluación determinó las siguientes zonas con altos niveles de contaminación sonora (entre 75 y 80 decibeles) y presentan zonificación residencial y es

necesario la implementación de herramientas para la mitigación en cumplimiento y según lo indicado en el ECA Ruido y Ordenanza N° 2419 de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

- Av. Nicolás Dueñas con Av. Argentina y alrededores.

**Figura 13**

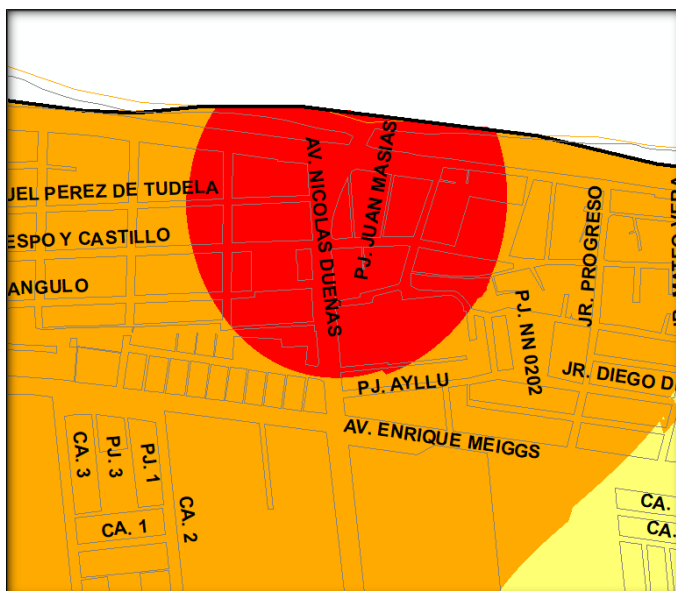
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 1*



- Av. Enrique Meiggs con Av. Universitaria Sur y alrededores.

**Figura 14**

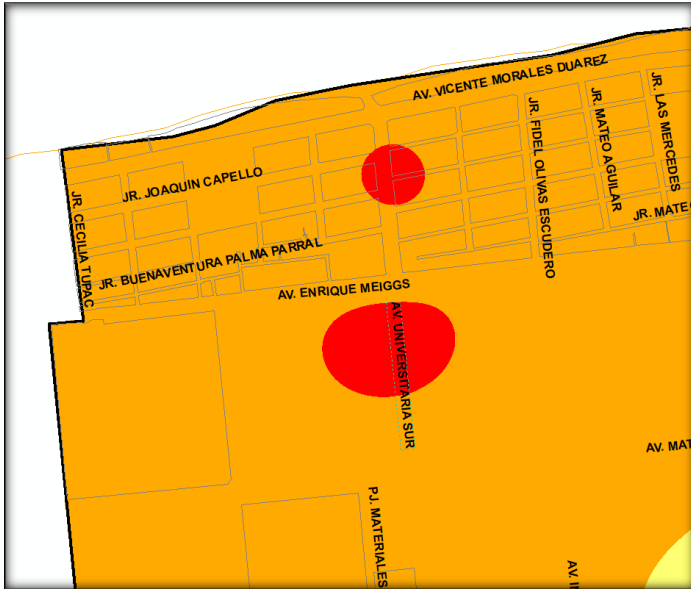
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 2*



- Av. Nicolás Dueñas con Av. Enrique Meiggs y alrededores.

**Figura 15**

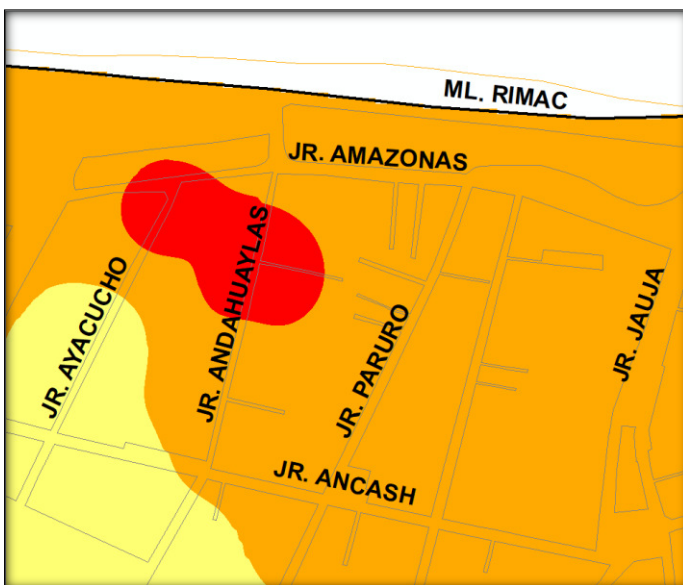
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 3*



- Jr. Andahuaylas con Jr. Amazonas y alrededores.

**Figura 16**

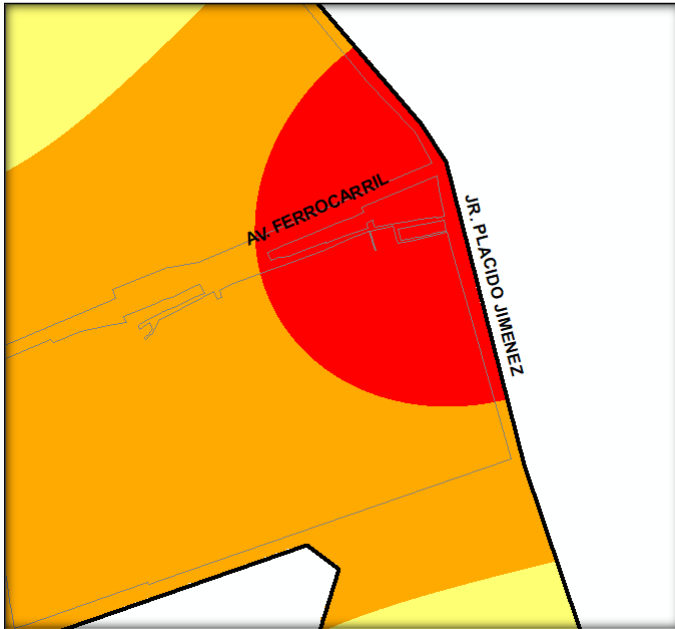
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 4*



- Jr. Plácido Jiménez con Av. Ferrocarril y alrededores.

**Figura 17**

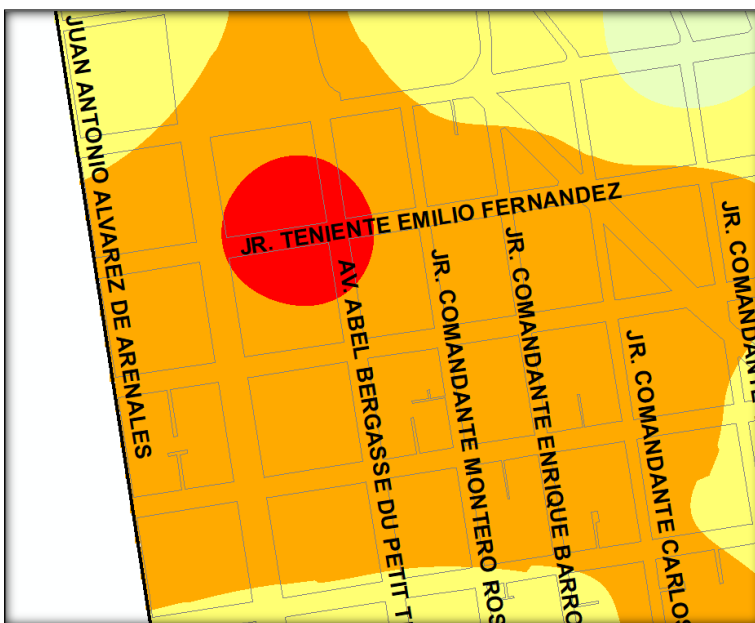
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 5*



- Jr. teniente Emilio Fernández con Av. Abel Petit Thouars y alrededores.

**Figura 18**

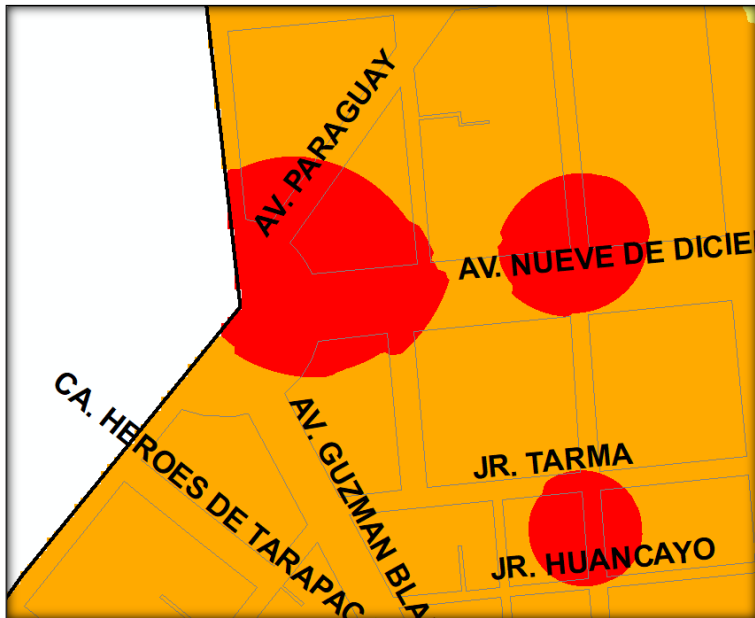
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 6*



- Av. Paraguay con Av. Nueve de diciembre y alrededores.

**Figura 19**

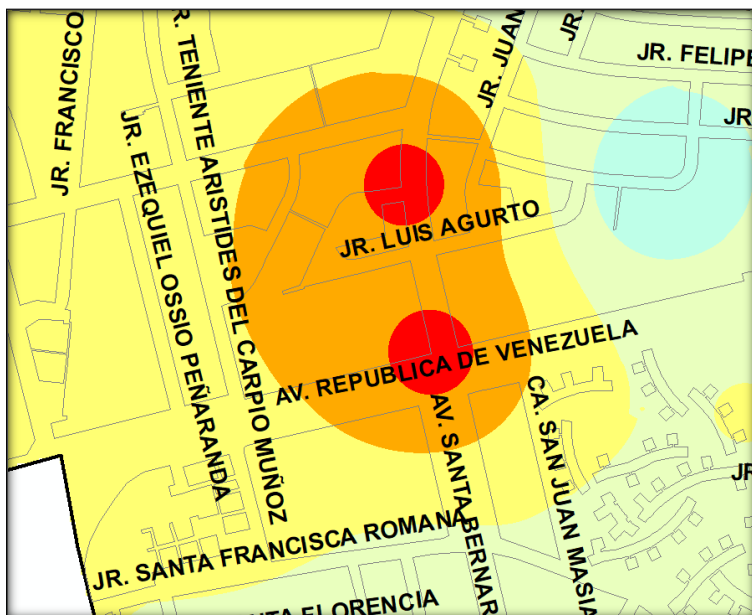
*Evaluación del nivel de ruido en la zona 7*



- Av. Santa Bernardita con Av. República de Venezuela y alrededores.

**Figura 20**

*Evaluación del nivel de ruido en la zona 8*



### **III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA**

He realizado los siguientes aportes más destacables a la SGA de la Municipalidad de Lima:

- Generación y propuestas de bases gráficas y planos cartográficas para diversos programas y planes ambientales.
- Implementación de diversos SIG para la interpolación de puntos de medición de ruido, aire y otros parámetros ambientales.
- Implementación de talleres de capacitación en temas de cartografía al personal de la SGA.
- Importación a las bases graficas de información traída de campo para validación, análisis y digitación.
- Implementación y capacitación del uso del software ArcGIS y QGIS en la Subgerencia de Gestión Ambiental.

#### IV. CONCLUSIONES

- Para la implementación del sistema de información geográfica, se desarrolló cinco procesos:
  - 1) selección de puntos de medición, 2) mediciones de ruido ambiental, 3) importación de la información obtenido en campo al software ArcGIS, 4) interpolación de niveles de los datos obtenidos y 5) obtención del mapa de ruido como producto final.
- Se identificó ocho zonas con altos niveles en sectores residenciales, esto en cumplimiento al Decreto Supremo N° 085-2003-MINAM y Ordenanza N° 2419-2021:
  - 1) Av. Nicolás Dueñas con Av. Argentina y alrededores.
  - 2) Av. Enrique Meiggs con Av. Universitaria Sur y alrededores.
  - 3) Av. Nicolás Dueñas con Av. Enrique Meiggs y alrededores.
  - 4) Jr. Andahuaylas con Jr. Amazonas y alrededores.
  - 5) Jr. Plácido Jiménez con Av. Ferrocarril y alrededores.
  - 6) Jr. teniente Emilio Fernández con Av. Abel Petit Thouars y alrededores.
  - 7) Av. Paraguay con Av. Nueve de diciembre y alrededores.
  - 8) Av. Santa Bernardita con Av. República de Venezuela y alrededores.
- Se elaboró un mapa de ruido, la cual se determinó como una herramienta rápida y precisa que permite identificar y evaluación de los niveles de contaminación sonora, y que disminuye el uso de horas hombre.
- Se determinó que las mayores fuentes de contaminación sonora son el parque automotor y el comercio ambulatorio.

## V. RECOMENDACIONES

- Impulsar y capacitar a los 43 distritos que conforman la provincia de Lima para la implementación de este sistema de información geográfica en sus municipalidades.
- Se recomienda implementar Planes de Acción y programas de vigilancia para la mitigación de los altos niveles de contaminación sonora en las ocho zonas identificadas.
- Proseguir con el uso del mapa de ruido como la herramienta principal de evaluación de contaminación en el ámbito del distrito del Cercado de Lima.
- Desarrollar campañas de sensibilización y fiscalización para minimizar las emisiones de ruido por parte del parque automotor y el comercio ambulatorio.

## VI. REFERENCIAS

- Comisión Europea del Parlamento Europeo y del Consejo. (2015). *Directiva (UE) 2015/996, Directiva que establecen métodos comunes de evaluación de ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L0996&from=LV>.
- Segués Echazarreta, F. (2008). *Estrategia de elaboración de un mapa de ruido*. México, México: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Salas, R., y Barboza, E. (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. *INDES*, 2(1), 88-96. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/69>
- Gobierno del Perú. (s.f.). *Plataforma digital única del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/munilima>.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2023). *Ordenanza N° 2537, Aprueban Ordenanza Metropolitana del reglamento de organización y funciones - ROF*. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2170330-1>.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2007). *Guía para la elaboración de ordenanzas municipales para la prevención y control de ruido urbano*. Perú. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/97>.
- Segués, F. (2007). *Medidas preventivas de correctoras de ruido de tráfico. Medidas preventivas de correctoras de ruido de tráfico*. Escuela de negocios EOI, Madrid.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2007). *Guía para la elaboración de ordenanzas municipales para la prevención y control de ruido urbano*. Perú. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/97>.

- Suárez, E. (2006). *Mapas de ruido: importancia y metodologías* [Ponencia]. VII Seminario Contaminación Acústica y Control de Ruido Ambiental, Santiago. Chile. <https://es.scribd.com/document/414374772/01-Esuarez-2006-2#>.
- Morales, L. (2017). *Evaluación de los niveles de ruido para la elaboración de un mapa acústico diurno del Centro Histórico de Trujillo, 2017*. [Tesis, Universidad César Vallejo, Perú]. Repositorio digital institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22494>.
- Colque, J. (2018). *Mapa estratégico de ruido ambiental en la zona urbana de Puno - año 2018*. [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano, Perú]. Repositorio institucional: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12830>.
- Ley General del Ambiente. (2005). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente*. <https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2013/08/Pol%C3%ADtica-Nacional-del-Ambiente.pdf>.
- Ley Orgánica de Municipalidades. (2003). [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/\\$FILE/1\\_2.Compendio-normativo-OT.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf).
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2003). *Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2021). *Ordenanza N° 2419, Aprueban Ordenanza para la prevención y control de la contaminación sonora*. <https://smia.munlima.gob.pe/normas/detalle/999>.

- Domínguez, E. (2014). Vivir con ruido en la Ciudad de México. El proceso de adaptación a los entornos acústicamente hostiles. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 29(1), 89-112. <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1456/1682>.
- Ramírez, A. y Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 509-530. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n137/v35n137a09.pdf>.
- Martínez, J. y Peters, J. (2015). Contaminación acústica y ruido. *Ecología en Acción*, 3(21), 1-28. [https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno\\_ruido\\_2013.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf).
- Castro, S., Guerreo, N., Bolados, M. y Figueroa, J. (2018). Riqueza y distribución de la flora urbana de Santiago de Chile: una aproximación basada en interpolación IDW. *Caderno de Pesquisa*, (30), 41-58. <https://doi.org/10.17058/cp.v30i1.12198>.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Resultado de las mediciones de ruido ambiental realizadas en los 43 distritos de la provincia de Lima – Informe N° 74-2015-OEFA/DE-SDCA*. Perú. [https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/informe\\_ruido\\_ambiental\\_lima\\_2015.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/informe_ruido_ambiental_lima_2015.pdf)
- García Sanz, B. y Javier Garrido, F. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*. <https://www.camarazaragoza.com/medioambiente/docs/publicaciones/publicacion56.pdf>.
- Lobos Vega, V. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci1779e/sources/bmfci1779e.pdf>.
- Baca Berrío, W. y Seminario Castro, S. (2012). *Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

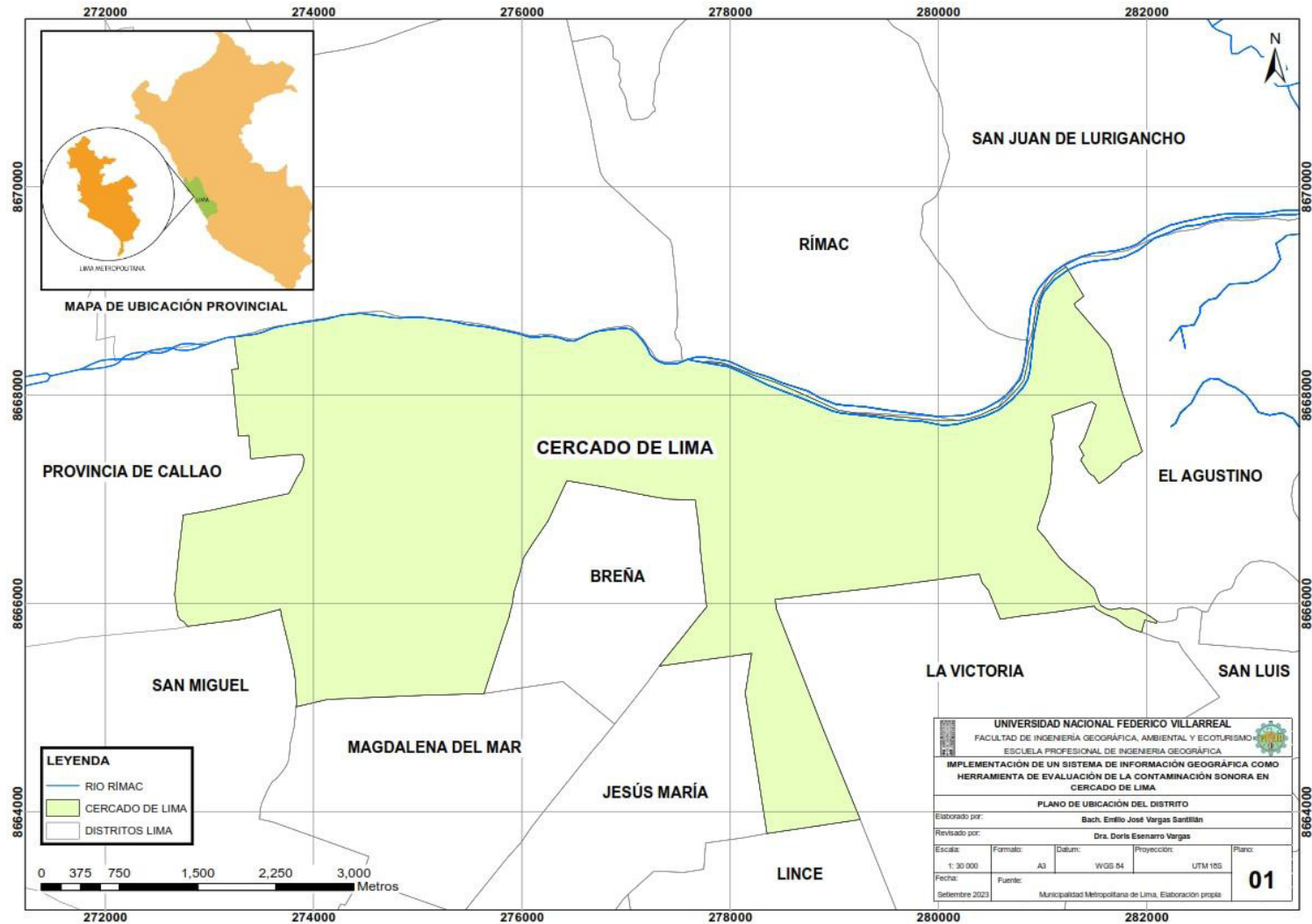
- Delgadillo Mendoza, M. (2017). *Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2015* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Tarapoto.
- Bastián Monarca, N. (2015). *Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Martínez Suárez P. y Moreno Jiménez A. (2005). *Análisis espacio-temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos*. Madrid, España: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica.

## **VII. ANEXOS**

Anexo A

Figura 21

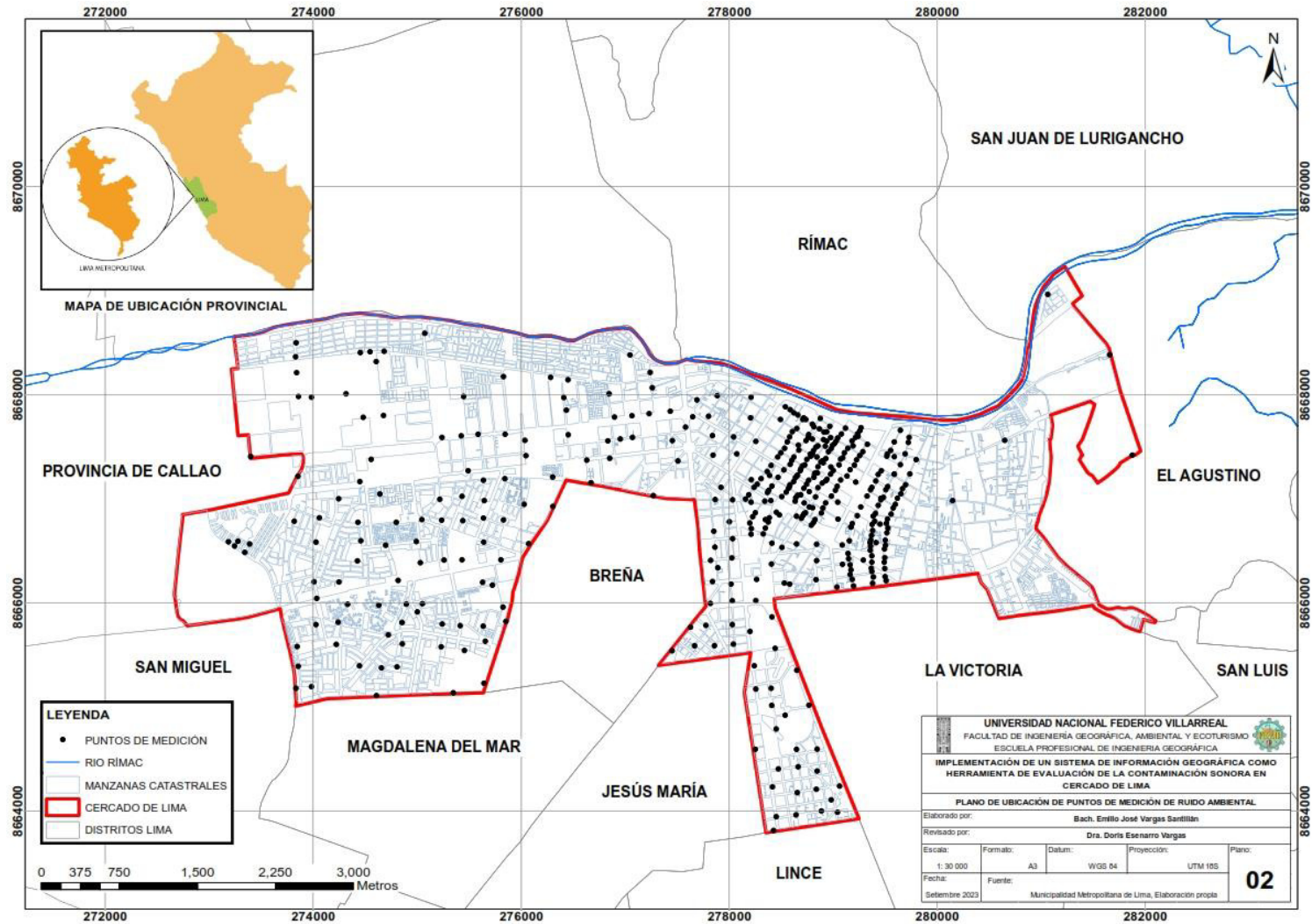
Plano de ubicación del distrito



Anexo B

Figura 22

Plano de ubicación de puntos de medición de ruido ambiental



Anexo C

Figura 23

Mapa de ruido del distrito de Cercado de Lima

