

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“ANÁLISIS DEL RIESGO POR CONTAMINACIÓN SONORA EN EL
DISTRITO DE SAN ISIDRO EN EL CUARTO TRIMESTRE DEL 2019,
APLICANDO MODELOS DE GEOESTADÍSTICA.”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MEZA LINO, JOSE CARLOS

Villa El Salvador
2020

DEDICATORIA

A mi madre, Carmen Lino, por su inmensa dedicación conmigo.

A mis abuelos y toda mi familia, por todos los consejos dados a lo largo de mi formación profesional.

A mis amigos del AADA y del grupo Juvenil Víctor Humareda, por compartir su pasión para hacer las cosas.

A las Charnelas, mis amigos de toda la vida.

A mi promoción de la universidad, por su amistad que atesoro tanto.

AGRADECIMIENTO

A mi padre, por el continuo sustento a mi hogar.

A mi universidad por la formación y los retos que se presentaron a lo largo de toda mi vida universitaria.

Finalmente, a la ingeniería ambiental, por todos los lugares en los que me ha permitido estar.

INDICE

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTADO DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPITULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Bases Teóricas	4
1.1.1 Antecedentes	4
1.1.2 Correlación espacial	6
1.1.3 Modelos de semiovariograma	8
1.1.4 Predicción espacial	10
1.2 Definición de términos básicos.....	11
CAPITULO II	13
METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	13
2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo	13
2.2 Determinación y análisis del problema.....	13
2.3 Modelo de solución propuesto	14
2.3.1. Lugar de ejecución.....	14
2.3.2. Materiales y Equipos.....	15
2.3.3. Metodología	15
2.3.4 Técnicas de recolección de datos.....	17
2.4. Resultados	48
2.4.1. Monitoreo de ruido.	48
2.4.2. Análisis exploratorio de datos, estadística descriptiva.	49
2.4.3. Análisis estructural de datos, semivariogramas.....	50
2.4.4. Predicción espacial.....	53
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	63
APENDICE 1. MATRIZ DE PUNTOS DE RUIDO	63

APENDICE 2. MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS	65
APENDICE 3. CARTA VIA REMOTO N°005-2020-1620-SGA-GDAS/MSI.....	66
APENDICE 4. CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONOMETRO.	67
APENDICE 5. MAPA DE RUIDO	69
APENDICE 6. MODELO DE ENCUESTA PARA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN LA POBLACIÓN.	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Parámetros del semivariograma.	8
Figura 2. Modelo de variograma esférico.	8
Figura 3. Modelo exponencial.	9
Figura 4. Modelo gaussiano.	10
Figura 5. Resumen del diseño de trabajo de suficiencia profesional.	16
Figura 6. Curvas de igual sonoridad de Fletcher y Munson.	19
Figura 7. Filtros de ponderación.	19
Figura 8. Representación gráfica de las medidas de centro, dispersión, posición y forma.	21
Figura 9. Diagrama caja o "tukey's diagram" y sus elementos.	24
Figura 10. Tipos de curtosis.	24
Figura 11. Tipos de asimetría.	25
Figura 12. Opción importar datos.	26
Figura 13. Selección del archivo de texto.	26
Figura 14. Selección de las líneas a importar.	27
Figura 15. Selección de la primera fila.	27
Figura 16. Escoger los separadores.	28
Figura 17. Ajustar formato de las variables.	28
Figura 18. Descriptivos.	29
Figura 19. Ventana "descriptivos".	29
Figura 20. Visor de resultados.	30
Figura 21. Consola R.	31
Figura 22. Función read.table.	31
Figura 23. Visualización de la data de ruido diurno.	32
Figura 24. Diagrama de caja.	32
Figura 25. Stripchart.	33
Figura 26. Parámetros del diagrama de caja.	33
Figura 27. Archivo .dat para Variowin 2.21.	34
Figura 28. Ingreso del archivo .dat al módulo Prevar 2D.	35
Figura 29. Ventana que muestra el número de datos y variables.	35
Figura 30. Ventana en la que asigna las coordenadas ESTE y NORTE del archivo generado.	36
Figura 31. Ingreso del archivo .pcf al módulo Vario 2D.	36
Figura 32. Ventana Direct Directional Variogram.	37
Figura 33. Semivariograma experimental para los Laeq.	37
Figura 34. Ingreso del archivo .var al módulo Model.	38
Figura 35. Semivariograma teórico esférico.	39
Figura 36. Semivariograma teórico exponencial.	39
Figura 37. Semivariograma teórico gaussiano.	40
Figura 38. Creación de shapefile de puntos.	41
Figura 39. Visualización de shapefile de puntos.	41
Figura 40. Shapefile Marco.	42
Figura 41. Interpolación por Krigging.	42
Figura 42. Resultado de la interpolación.	43

Figura 43. Herramienta Reclassify	43
Figura 44. Raster resultante con valores enteros.	44
Figura 45. Herramienta "Raster to Polygon".	44
Figura 46. Superficie de ruido a analizar.	44
Figura 47. Herramienta Intersect.	45
Figura 48. Diagrama de Caja para ruido diurno.	50
Figura 49. Semivariograma experimental.	51
Figura 50. Variograma teórico modelo esférico.	52
Figura 51. Variograma teórico modelo exponencial.	52
Figura 52. Variograma teórico modelo gaussiano.	53
Figura 53. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona de protección especial.	54
Figura 54. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona residencial.	55
Figura 55. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona comercial.	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones operativas.....	21
Tabla 2. Análisis Comparativo: Niveles de ruido monitoreados con los ECA's de Ruido.....	48
Tabla 3. Medidas de centro y dispersión.....	49
Tabla 4. Medidas de forma.	49
Tabla 5. Parámetros del diagrama de caja para ruido diurno.	50
Tabla 6. Parámetros del Modelo Esférico.	51
Tabla 7. Parámetros del Modelo Exponencial.....	52
Tabla 8. Parámetros del Modelo Gaussiano.....	53
Tabla 9. Análisis de superficies de niveles de ruido por zonas.	54

RESUMEN

Los niveles de ruido evaluados en el distrito de San Isidro se ha evidenciado que son mayores a los estándares de calidad ambiental de ruido aprobado por el decreto supremo 085-2003 PCM¹, a través de un análisis por zonas de superficies de niveles ruido.

Este trabajo de suficiencia profesional comprende diferentes etapas que se inicia con el análisis exploratorio de los valores de ruido de 54 puntos monitoreados en los meses de noviembre y diciembre por la MSI².

Continúa con el análisis estructural, el cual consiste en el estudio de la correlación de la variable ruido de manera espacial mediante un semivariograma experimental y los modelos de semivariograma teóricos como lo son el modelo esférico, gaussiano y exponencial.

Luego, se realizó la predicción espacial para la generación de las superficies de niveles de ruido a partir de la interpolación por Krigging y el uso del modelo más eficiente al estudio.

Finalmente se concluyó que los niveles de ruido en la zona residencial y de protección especial superan en su totalidad a los estándares de calidad ambiental de ruido, mientras que en la zona comercial en casi el 50% se supera el estándar. Palabras claves: Niveles de ruido, estándar de calidad ambiental de Ruido, semivariograma, zonificación de uso de suelo, Krigging.

ABSTRACT

It was proved that the noise levels evaluated in the San Isidro district are over the environmental quality noise for noise levels approved by the supreme decree 085-2003 PCM, through an analysis for zones of noise level layers.

This professional sufficiency work contents different steps that are initiated in the exploratory analysis of fifty-four noise values sampled between November and December by the local government of San Isidro.

Following with the structural analysis, which one consists in the study of the spatial correlation of the noise through an empirical semivariogram and theoretical

¹ Presidencia del consejo de ministros.

² Municipalidad de San Isidro.

semivariograms such as the spherical model, gaussian model and the exponential model.

Later, the spatial prediction is produced for the generation of noise level surfaces, by Krigging interpolation method and the use of the most efficient model.

Finally, it was concluded that the noise levels in the residential zone and the special protection zone are over the environmental quality standard for noise, while the commercial zone is over the standard in the almost the 50% of the area.

Keywords: Noise levels, environmental quality standard for noise, land use, semiovariogram, Krigging.

INTRODUCCIÓN

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2015) en su informe de la contaminación acústica en Lima y Callao, tuvo como resultado que el 90.21% de los puntos evaluados en la provincia de Lima y el 94.74% de los puntos evaluados en el Callao, han superado el estándar de calidad ambiental para ruido establecido en el decreto supremo N.º 085-2003-PCM siendo el principal contaminante el parque automotriz.

El ruido se considera un contaminante físico que genera una serie de molestias en el sistema urbano, el cual comprende las zonas residenciales como los domicilios y complejos habitacionales; las zonas de protección especial como los parques y hospitales; las zonas comerciales donde encontramos las plazas, y otras áreas de comercio (DS-085-2003 PCM, 2003).

En consecuencia se tienen efectos que se describen por la OMS (1999) en su guía para el ruido urbano (Guidelines for community noise) son la deficiencia auditiva causada por el ruido ambiental el cual afecta la eficiencia personal de las tareas rutinarias; interferencia en la comunicación oral lo cual resulta en malentendidos, disminución de la capacidad de trabajo, problemas interrelacionales y un número de reacciones de estrés; trastorno del sueño y reposo, siendo uno de los efectos más usuales producto del ruido ambiental que generalmente se origina en entornos exteriores; efectos psicofisiológicos, sobre la salud mental y el rendimiento; entre otros efectos sobre el comportamiento.

Uno de los problemas del crecimiento de las actividades económicas en las ciudades de Latinoamérica vendría a ser el ruido, el cual se torna como una externalidad negativa (Restrepo, 2011). Siendo los impactos más usuales a tomar en cuenta; por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costes sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el coste de los días de abstención al trabajo (Salazar, 2012). Además, también debe considerarse la baja productividad en el trabajo, la reducción de los ingresos por turismo urbano, los daños materiales producidos a edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones, etc (S.A., 2009).

Por último, en el medio social la combinación de todos los factores anteriormente descritos ha deteriorado en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia.

A consecuencia de ello en la normativa nacional, se tienen estándares, los cuales regulan los excesos de ruido; protocolos, que establecen las metodologías técnicas para la medición de ruido; disposiciones para regular, prevenir y controlar la contaminación sonora.

Según indica en su artículo 80 la ley orgánica de municipalidades (Ley 27972, 2003) dentro las funciones específicas y exclusivas de las municipalidades distritales, la función de “Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmosfera y del ambiente”. Producto de ello la Municipalidad de San Isidro, en su rol fiscalizador, se crea la necesidad de realizar monitoreos que contribuyan a generar un diagnóstico situacional más objetivo en las áreas donde la presencia de la contaminación sonora esta por niveles más altos que los ECA's³ establecidos. Sin embargo; esto implica una determinada cantidad de puntos de monitoreo, de la cual se infiere una relación creciente con los costos, tiempo para el desarrollo y gestión del monitoreo ambiental de ruido.

Finalmente, como la geostatística aplicada coteja y crea modelos nos permite analizar los resultados del monitoreo ambiental. Ya que básicamente permitirá estudiar la continuidad espacial de fenómenos en la naturaleza. Por ejemplo; se tienen aplicaciones en la ecología, cuantificando el grado de variación de especies o comunidades en un área determinada; en geología, cuantificando el grado de la variación de la cantidad de algún recurso minero (Gallardo, A., 2006). La geostatística aplicada a la contaminación ambiental, se ha venido desarrollando para los entornos de programación de R, y análisis de los datos y generación de mapas temáticos; así como ArcGIS, también permite la generación de dichos mapas; o el uso del QGIS, software libre para el procesamiento de datos geográficos temáticos y otros análisis espaciales y entre otros softwares como el VARIOWIN para el estudio y graficación de semivariogramas.

³ Estándares de calidad ambiental

OBJETIVOS

a. General

Analizar el riesgo por contaminación sonora en el distrito de San Isidro en el cuarto trimestre del 2019, aplicando modelos de geostatística.

b. Específico

OE1. Identificar el modelo geostatístico (gaussiano, esférico o exponencial) más eficiente para realizar el análisis de riesgo por ruido diurno.

OE2. Determinar el porcentaje del área total que supere el ECA de ruido diurno en la zona residencial, protección espacial y comercial, respectivamente, en el distrito de san isidro.

OE3. Evaluar niveles de ruido diurno predominantes que superen el ECA de ruido en la zona residencial, protección espacial y comercial, respectivamente.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Bases Teóricas

1.1.1 Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Ponze & Sierra (2020) elaboraron un mapa de ruido para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del distrito de Yanahuara. Generados en base a 26 puntos de monitoreo del distrito de Yanahuara, en los turnos mañana, tarde y noche, y a su vez en días de semana y fin de semana. Llegaron a la conclusión de que solo el 1% de las mediciones cumplía con el ECA de ruido. Y que los puntos de mayor contaminación sonora se encontraban relacionados con una zona de alta densidad de tránsito vehicular, la topografía del distrito, el turismo local y la gran cantidad de comercio.

Azañedo & Esquen (2019) evaluaron la contaminación sonora en el distrito de la esperanza, provincia de Trujillo durante el mes de marzo a través de la elaboración de un mapa de ruido con 206 puntos de ruidos que identifica las zonas más vulnerables. Las cuales son las calles y a venidas de mayor tránsito vehicular. Por último, se identificó a la zona de especial, en la cual 67% de los puntos de monitoreo supera los ECA's.

Cruzado & Soto (2017) en su tesis “Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo n°085-2003-PCM reglamento de estándares de calidad ambiental para ruido realizado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2016” monitorearon 13 puntos de monitoreo en horario diurno en la zona comercial, lo cual resulto en niveles de ruido mayores al ECA comercial (70Db). Esto fue producto de la presencia del tráfico vehicular generado por buses, camiones volquetes, tráileres y caterpillar. Finalmente, en el mapa de ruido generado se identificaron zonas con altos niveles de ruido, que principalmente fueron las vías vehiculares con alto flujo.

Antecedentes Internacionales

Jaramillo & Mero (2019) desarrollaron un estudio de la contaminación acústica aplicando geostadística en el cantón Montecristi, en el distrito de Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador. Identificaron que el 80% de altos niveles de ruido son generados por la circulación de vehículos y el uso indiscriminado del claxon. Además, en el mapa de predicción se determinó para la zona estudio niveles de ruido en el rango de 54.4 a 60.3Db.

Sujan Parajuli (2018) en su estudio del “Mapeo de sonido de un ambiente educacional: Un caso de estudio en la Universidad del sur del estado de Dakota” realizo mediciones con un sonómetro y una aplicación celular de NIOSH⁴. Para el análisis estructural se usó el paquete de R “gstat”. Entre los modelos de semivariograma se usó en mayormente el de tipo esférico. Finalmente se usó el Krigging para la interpolación y el Arcgis para la visualización de los datos.

Delgado-Inga, Omar & Martínez, Julia. (2015). “Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Krigging ordinario”. En relación al método utilizado para el modelamiento se utilizó el denominado Krigging ordinario, el cual está basado en auto correlación espacial de las variables. Además, se mencionó que el Krigging es un estimador lineal insesgado que busca generar superficies continuas a partir de puntos discretos, el mismo asume que la media, aunque desconocida, es constante y que las variables son estacionarias

⁴ “Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional” (The National Institute for Occupational Safety and Health”

y no tienen tendencias, permite la transformación de los datos, eliminación de tendencias y proporciona medidas de error. Los niveles de ruido percibidos en sectores residenciales son igualmente preocupantes según la norma del TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) para emisiones sonoras; es decir supera los niveles máximos de ruido permisibles 50 y 40, para ruido diurno y nocturno respectivamente. Sobre todo si las zonas son consideradas como de reposo y descanso para las personas. Además, que las dinámicas comerciales y la infraestructura presente en cada sector estarían influenciando de manera significativa en los niveles sonoros en cada punto.

1.1.2 Correlación espacial

Para desarrollar un análisis geostadísticos es necesario, en un segundo momento, determinar la dependencia espacial entre los datos medidos de una variable. Para ello se tiene a disposición tres funciones: El semivariograma, el covariograma y el correlograma. (Giraldo, 2002).

i) Semivariograma. La función semivarianza es aquella función cuya variable es el vector de distancia “h”, que mide la varianza de los incrementos de primer orden de la función, o dicho de otra forma la mitad de los incrementos cuadráticos medios de $Z(x)$. En consecuencia, nos permite conocer la variabilidad espacial de la variable Z. (Chica-Olmo, 2005)

$$y(h) = \frac{E\{Z(x) - Z(x + h)\}^2}{2}$$

En consecuencia, según Melinda y McKillup (2010) para cada par de puntos, el valor de la semivarianza es graficada en el eje Y versus la distancia entre ellos, para dar un gráfico de puntos dispersos llamado semivariograma experimental o empírico. Una vez que el semivariograma experimental ha sido graficado, una línea suavizada de mejor ajuste llamada el semivariograma teórico cabe a través de los puntos con la restricción que debe empezar desde un valor relativamente bajo al punto central, luego creciente, pero eventualmente se vuelve constante.

Giraldo (2002) afirma de manera práctica que la función semivarianza se calcula para varias distancias h, por la irregularidad del muestreo se toman intervalos de distancia $[0, h]$, $(h, 2h]$, $(2h, 3h]$, ... y el semivariograma

experimental corresponde a una distancia promedio y no a una distancia h específica, de la misma manera el número de parejas de puntos varía dentro de cada intervalo.

Para interpretar el semivariograma experimental se parte de la siguiente premisa fundamental: “cuanto más cercanos se encuentran dos puntos (lugares), tanto menor es la diferencia de los valores de las variables, tanto mayor es por lo tanto la correlación espacial mutua; tanto menor es su varianza”.

Parámetros del semivariograma

La función semivarianza posee tres parámetros para definir el grado y escala de variación espacial (Gallardo, A. 2006) , como se puede apreciar en la fig. 1 y se describen a continuación:

Efecto pepita (C_0). Según Gallardo (2006). se entiende por la varianza no explicada por el modelo, y se calcula como el intercepto con el eje Y. También se le conoce la varianza error; ya que la varianza de dos puntos separados por 0 metros (la intercepción con el eje Y) se computa como 0. Además, Giraldo (2002) afirma que esta discontinuidad podría ser causada por errores en la medición de la variable o a la escala de la variable.

Meseta (C_1 o $C_0 + C_1$). Giraldo (2002) describe a la meseta como la cota superior en el diagrama de la semivarianza. También como el límite de la semivarianza cuando “ h ” tiende al infinito.

Rango (A_0). Según Gallardo (2006) es aquella distancia a la cual la semivarianza tiende a ser constante; así, indica la distancia en la cual las muestras son espacialmente independientes unas de otras.

Parámetro “a”. Gallardo (2006) hace referencia al parámetro “a” como aquel que se usara para el cómputo de los modelos de semivarianza.

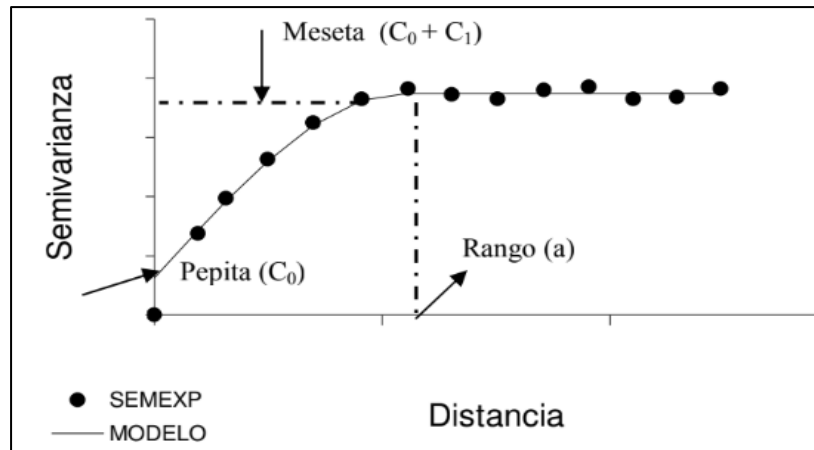


Figura 1. Parámetros del semivariograma.
Fuente: Giraldo, 2002.

1.1.3 Modelos de semivariograma

Modelo Esferico. Gallardo (2006) indica que posee un comportamiento lineal a distancias pequeñas cerca al origen pero este comportamiento cambia a mayores distancias y alcanza la meseta en $h = a$. Giraldo (2002) interpreta este comportamiento como un rápido crecimiento cerca al origen, como se puede apreciar en la fig. 2, pero con incrementos marginales decrecientes para distancias grandes, al igual que Gallardo (2002). Siendo esta tendencia decreciente en la meseta nula.

$$y(h) = \begin{cases} c_0 + c_1 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right) & \text{if } h \leq a \\ c_0 + c_1 & \text{if } h > a \end{cases}$$

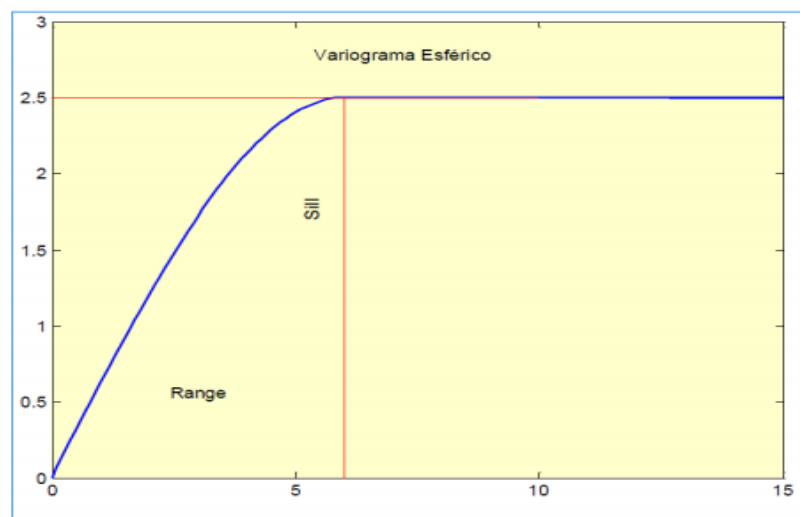


Figura 2. Modelo de variograma esférico.
Fuente: Porras, A., 2014.

Modelo exponencial. Gallardo (2006) caracteriza a este modelo, representado en la fig. 3, por alcanzar la meseta asintóticamente. Así mismo el rango a definido por el 95% de la meseta. Además según Giraldo (2002) se debe aplicar este modelo cuando la dependencia espacial tiene un crecimiento exponencial respecto a la distancia y uno es de los modelos más usados.

$$y(h) = C_o + C_1 \left(1 - \exp \left(-\frac{3h}{a} \right) \right)$$

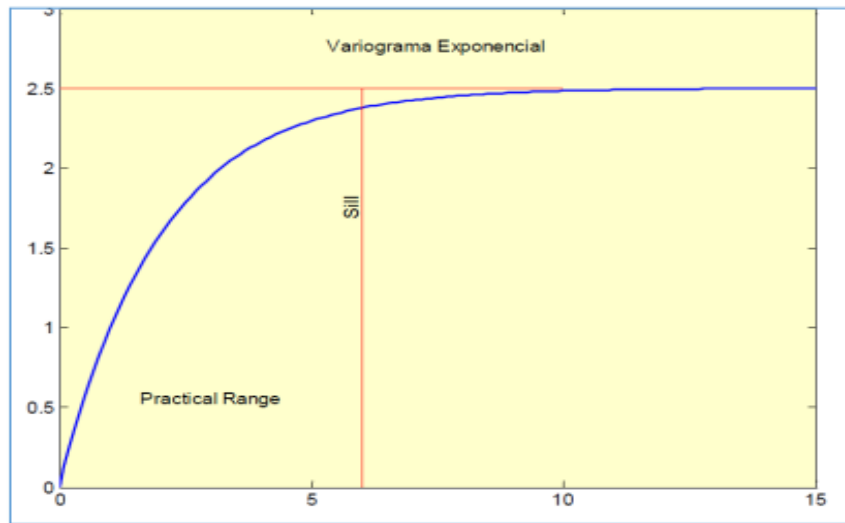


Figura 3. Modelo exponencial.
Fuente: Porras, A. ,2014.

Modelo gaussiano. Gallardo (2006) al igual que en el modelo exponencial este modelo alcanza la meseta asintóticamente. De igual manera el rango estará definido al alcanzarse el 95% de la meseta. También, Giraldo (2002) identifica que la dependencia espacial es nula en el infinito. En la fig. 4, se aprecia que este modelo tiene como principal característica su forma parabólica cerca al origen.

$$y(h) = C_o + C_1 \left(1 - \exp \left(-\frac{3h^2}{a^2} \right) \right)$$

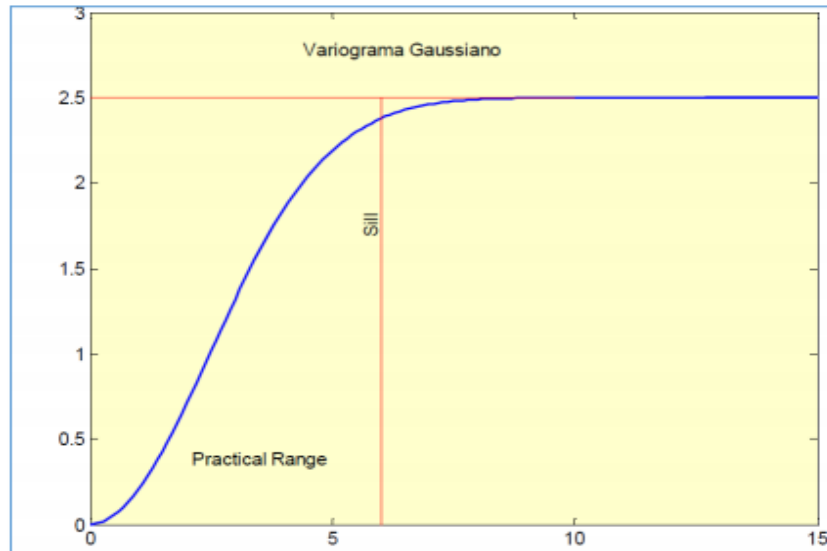


Figura 4. Modelo gaussiano.
Fuente: Porras, A., 2014.

1.1.4 Predicción espacial

Krigging. Por ello Gallardo (2006) afirma que el resultado final de usar esta técnica es un mapa con los valores interpolados de la variable. Sin embargo; lo que caracteriza al Krigging, en general a la geostatística, es que cada interpolación llevara asociado un grado de incertidumbre espacialmente representa, por ende, se puede asociar una distribución teórica por cada punto.

Krigging Ordinario. Giraldo (2002) enuncia que el Krigging ordinario (K.O.) se aplica para un conjunto mediciones de la variable Z en los puntos $x_i, i = 1, 2, \dots, n$, de la región de estudio, de tal forma que se tiene las medidas $Z_{(x_1)}, Z_{(x_2)}, \dots, Z_{(x_n)}$, y se desea predecir $Z_{(x_0)}$, donde no se realizó medición. Para ello Chica-Olmo (2005) afirma que se usara un estimador de krigeaje Ordinario Z_{KO} . Este último es el resultado de una ponderación lineal de los valores medidos por coeficientes λ_i desconocidos:

$$Z_{KO(x)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_{(x_i)}$$

Además, este estimador optimo debe cumplir las condiciones de no sesgo y minimización del error de estimación. Por ello

$$E[Z_{KO(x)}] = E[Z_{x_i}] \text{ y } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

1.2 Definición de términos básicos

a) *Contaminación ambiental*. El Ministerio del Ambiente (2012) establece por aquella acción que resulta de la introducción por el hombre, directa o indirectamente en el medio ambiente, de agentes contaminantes, que tanto por su concentración, al superar los niveles máximos permisibles establecidos en las normas, como por el tiempo de permanencia, hagan que el medio receptor; en consecuencia, adquiera unas características diferentes a las originales, perjudiciales o nocivas a la naturaleza, a la salud y a la propiedad.

b) *Contaminación sonora*. El OEFA (2016) hace referencia de la contaminación sonora como aquella presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique una serie de molestias, la generación de riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano en sus funciones auditivas y otras. Además, que por extensión podría causar daños en los bienes de cualquier naturaleza o que cause efectos significativos sobre el ambiente.

c) *Sonido*. Según el RM-N°227-2013-MINAM (Minam, 2013) se afirma que: “Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.” Además, posee dos rasgos según Moreno et al (2005): “la frecuencia (alusiva a la composición del mismo y relacionada con la altura tonal, e. g. agudos-graves) y la intensidad (determinada por las variaciones de presión, las frecuencias y la superficie receptora).

d) *Ruido*. Según la RM-N°227-2013-MINAM (Minam, 2013) indica que: “Son todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene la fuente emisora”. De igual forma Parraga (2005) define el ruido como sonidos, con la diferencia que este es necesariamente “experimentable” por ende subjetivo individualmente por el sujeto receptor y “causa interferencia en la decodificación del mensaje”, haciendo referencia al proceso de la comunicación. Esta subjetividad también estaría en función de varias circunstancias, según Moreno et al, 2005, hora del día, lugar donde se está, actividad que se realiza, estado de salud, situación psicológica, etc.

Así el ruido posee una naturaleza peculiar de comparación con otros contaminantes, su duración temporal en el ambiente depende de la casi simultánea

emisión, de suerte que, cesada la producción de ruido, desaparece aquella emisión. No se genera prácticamente efecto acumulativo por persistencia y por tanto los impactos no se extienden a generaciones venideras. (Moreno & Martínez, 2005).

e) Ruido ocupacional. Se entiende por ruido ocupacional a aquel tipo de ruido bajo el cual se halla una exposición ocupacional al ruido, que es una “exposición de los trabajadores a ruido en sus lugares de trabajo” (Digesa, 2011).

f) Interpolar. Diccionario de la real academia española (2014) “Calcular el valor aproximado de una magnitud en un intervalo cuando se conocen algunos de los valores que toma a uno y otro lado de dicho intervalo.”

g) Shapefile. El shapefile es un tipo de archivo sencillo, que es usado para guardar la ubicación geométrica y la data de atributos de las entidades geográficas, las cuales pueden ser puntos, líneas o polígonos (ESRI, 2020).

h) Raster. Es aquel archivo que consiste de una matriz de píxeles o celdas que se organizan en una cuadrícula. Cada píxel o celda adopta un valor que representa información (ESRI, 2020).

i) Stripchart. Según el portal web de “R Documentation” (2020), es aquel gráfico de puntos dispersos en unidimensional. Suelen ser una buena forma de representar los datos junto a un diagrama de caja para estudios con tamaños muestrales pequeños.

CAPITULO II

METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo

Delimitación temporal

La información se obtuvo para el periodo del monitoreo de los puntos, es decir el cuarto trimestre del 2019.

Delimitación espacial

Los datos de los puntos evaluados para la generación de mapas de ruido fueron de 54 puntos ubicados en 02 Zonas de aplicación (Zona Residencial y Zona Comercial) de acuerdo al estándar de calidad ambiental de ruido, véase el apéndice 1 matriz de puntos de ruido, para revisión de las coordenadas UTM de los puntos de monitoreo de ruido y una referencia de su ubicación.

2.2 Determinación y análisis del problema

La contaminación acústica, también conocida como sonora está en función de los niveles de sonido que exceden los estándares establecidos por norma, en relación a la percepción, la presencia en el medio de ruidos o vibraciones, que implique molestia, riesgo o daño para las personas (Martínez LI. & Peters, 2015). Estos “sonidos molestos” podrían clasificarse según su origen (MSI, 2015) en actividades urbanas como por ejemplo karaokes, casinos, salones para ceremonias, discotecas, uso de instrumentos musicales; así como actividades de carga y descarga de mercadería, obras en vía pública y actividades de construcción

privada, la instalación de equipos y funcionamiento de equipos como el aire acondicionado, actos y comportamientos vecinales como son los trabajos de acondicionamiento y refacción, las celebraciones privadas, o las mascotas.

Por ello, la Municipalidad de San Isidro (2020) de la elaboración del primer mapa de ruido, como línea base, se demuestra que en los resultados el 41 % de los puntos evaluados superan en más de 10 decibeles con respecto a los límites máximos permisibles establecidos en la Ordenanza 410-MSI, a consecuencia del uso indiscriminado de la bocina y del regular flujo vehicular.

En este contexto, la aplicación de un modelo empleando técnicas geoestadísticas permite diagnosticar con mayor precisión sobre el riesgo ambiental por ruido y será útil a la Autoridad Sectorial Ambiental (Municipalidad distrital de San Isidro), para diseñar y desarrollar programas y proyectos para mitigar la contaminación sonora. Adrede, y en cumplimiento del Artículo 2, inciso 22 (Constitución Política del Perú, 1993) se establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado. Así mismo se establece en el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM “los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible”.

2.3 Modelo de solución propuesto

2.3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo tiene como lugar de estudio las zonas del distrito de San Isidro en su totalidad, véase el apéndice 2 Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de ruido, el cual contiene la ubicación a detalle de los puntos de monitoreo de ruido en un mapa de avenidas.

País de intervención: Peru

Región: Lima

Provincia: Lima Metropolitana

Distrito: San Isidro

Límites del distrito

Por el norte con los distritos de Jesús María, Lince y La Victoria.

Por el este con el distrito San Borja.

Por el sur con los distritos de Miraflores y Surquillo.

Por el oeste con Magdalena del Mar y el litoral peruano.

2.3.2. Materiales y Equipos

Materiales usados para el trabajo de suficiencia profesional

Hojas Bond A4

Ordenador de generación i5

Libreta de apuntes

Materiales y equipos usados por la MSI durante el monitoreo de ruido ambiental

Plano de zonificación general de uso de suelos del distrito de San Isidro

Formato de campo

Calibrador de sonómetro marca Hangzhou AWA, modelo AWA6221a

Sonómetro clase 1 marca Hangzhou AWA, modelo AWA6228

Trípode para sonómetro

Cortaviento para sonómetro

Cámara fotográfica

Libreta de apuntes

2.3.3. Metodología

a) Diseño del trabajo de suficiencia profesional

El diseño del trabajo de suficiencia profesional es de tipo transversal sigue una serie de etapas, véase fig. 5.



Figura 5. Resumen del diseño de trabajo de suficiencia profesional.
Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción de la metodología

Implementación del trabajo de suficiencia profesional. Como se puede apreciar en la fig. 5, se tienen 5 etapas, las cuales se describen a continuación.

Monitoreo de ruido. El cual consistió en la evaluación de los puntos de ruido tomados del monitoreo de línea base del 2016 (MSI, 2020). El cual resultó en un Informe vía remoto N°006-2020 el cual se recibió con Carta Vía Remoto N°005-2020-1620-SGA-GDAS/MSI, la cual se emite a modo de confirmación de la comunicación con la MSI, véase apéndice 3.

Análisis exploratorio de datos, estadística descriptiva. De tal forma que en función a gráficos y estadísticos se permite explorar la distribución identificando características tales como: valores atípicos u “outliers”, saltos o discontinuidades, concentraciones de valores, forma de la distribución, etc.

Análisis estructural de datos, semivariogramas. Para hallar la dependencia espacial de los datos y lograr una predicción espacial eficiente en errores. Para ello se usan tres modelos esféricos, exponencial y el gaussiano.

Predicción espacial. Se usa el Kriging ordinario para la generación de predicciones, así generar las superficies de niveles de ruido.

Lineamientos de prevención, corrección y mitigación. Reúne los lineamientos generales para la prevención, corrección y mitigación de la contaminación sonora en las fuentes de emisión y en los receptores.

Pruebas realizadas

Los análisis descritos en la implementación del tema del trabajo de suficiencia profesional se aplicarán para realizar las pruebas de predicción para los datos de ruido diurno y nocturno.

2.3.4 Técnicas de recolección de datos

a) Monitoreo de ruido.

I. Análisis de datos de ruido

Presión acústica (p). El sonido como onda, producto de una perturbación en el espacio o medio, transporta energía acústica provocando un cambio de presión con respecto a la atmosfera existente; en otras palabras, la presión acústica o sonora permite cuantificar la energía asociada al ruido, esta se expresa en pascales. (Naf, 2013).

Niveles de sonido. Para las propiedades del sonido por ejemplo la presión, potencia e intensidad, dado que tienen un rango de valores muy amplio, en la práctica se debe expresar en términos de niveles. Un nivel se describe como una fracción, expresado como diez veces el logaritmo de la ratio de dos números.

$$Nivel = 10 \log \left[\frac{Cantidad}{Cantidad\ de\ referencia} \right]$$

Nivel de presión sonora (L_p). El nivel de presión sonora es una de las cantidades de referencia para los niveles de sonido, como el nivel de intensidad de sonido (L_I), el nivel de potencia acústica (L_W) y el nivel de exposición sonora (L_E), además posee una buena correlación con la percepción del ruido y su medición es de bajo costo (Long, 2014). El nivel de presión sonora se define de la siguiente manera:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_{ref}^2}$$

Donde: RMS p o raiz cuadrada media de la presión esta en Pa

p_{ref} = presión de referencia, 2×10^{-5} Pa

L_p esta en decibeles (dB).

Múltiples fuentes de emisión sonora. La combinación de dos o más fuentes generadoras de ruido se realiza bajo los siguientes supuestos: fuentes de sonido con similares frecuencias, e incoherentes (que no se encuentran en fase) (Heimstra, 2020). Para la adición de las presiones usamos la raíz

cuadrática media de la siguiente manera por ejemplo para dos fuentes de emisión.

$$P_{total} = (P_1^2 + P_2^2)^{0.5}$$

$$L_{P\ Total} = 20 \log \frac{(P_1^2 + P_2^2)^{0.5}}{P_{ref}}$$

Luego, aplicando la transformación de presión a nivel a de presión sonora.

$$P_1 = P_{ref} 10^{\frac{L_1}{20}}$$

A continuación, reemplazamos en la fórmula para nivel de presión sonora total.

$$L_{P\ Total} = 20 \log \frac{\left(P_{ref} 10^{\frac{L_1}{20} * 2} + P_{ref} 10^{\frac{L_2}{20} * 2} \right)^{0.5}}{P_{ref}} \dots$$

$$L_{P\ Total} = 10 \log \frac{\left(P_{ref} * 10^{\frac{L_1}{10}} + P_{ref} * 10^{\frac{L_2}{10}} \right)}{P_{ref}^2}$$

Escalas ponderación. Las escalas de ponderación se utilizan para comprender el comportamiento del oído en función de la frecuencia y el nivel de presión sonora, ya que el este órgano receptor podría atenuar o amplificar el sonido (Naf, 2013). Las curvas de igual sonoridad de Fletcher y Munson, nos permiten entender este comportamiento de manera gráfica. En la figura 6 por ejemplo, los puntos rojos indican un nivel de presión de sonora de 30 dB a 1000 Hz, equivalente a 50 dB a una frecuencia de 60 Hz, respectivamente.

Así, según Gimeno (2010) a partir de las líneas presentadas en el gráfico de la figura 6, se definen filtros que pretenden ponderar las señales recogidas por los equipos de medición, de tal forma que asemejan al oído humano, véase figura 7. Entre estos filtros se encuentran:

Ponderación A: El filtro que pondera las señales de bajos niveles para el umbral de sensibilidad del oído humano (Cruzado & Soto, 2017). Se expresa como dBA o dB((A).

Ponderación B: Filtro que se utiliza para modelar la respuesta de señales a niveles medios. Se expresa como dB(B).

Ponderación C: Pondera los sonidos de niveles altos también conocidos como picos. Se expresa como dBC o dB(C).

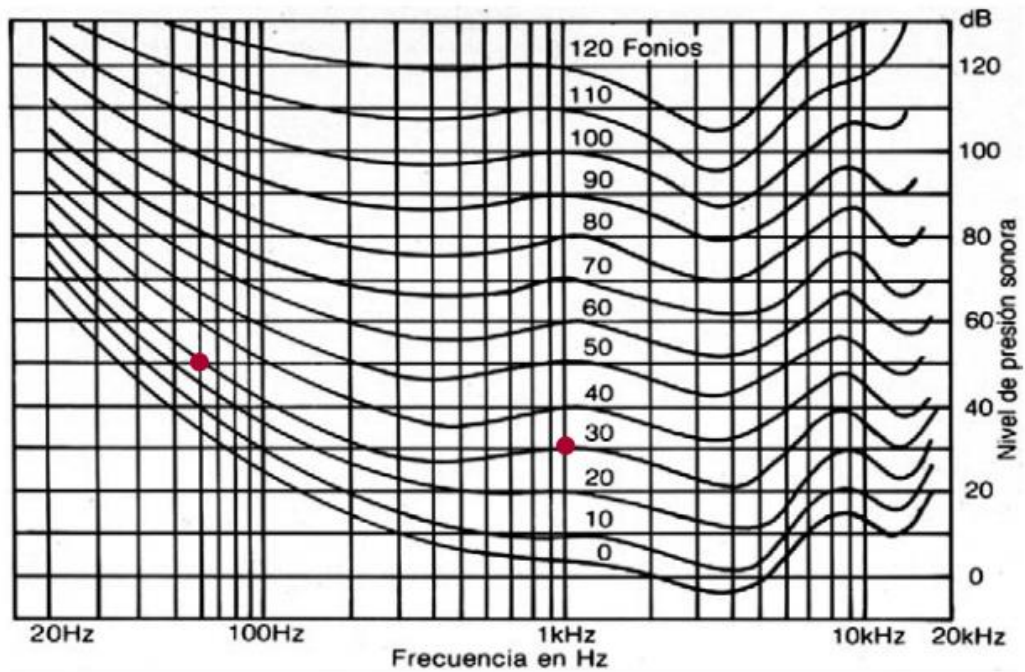


Figura 6. Curvas de igual sonoridad de Fletcher y Munson.
Fuente: Naf C., 2013.

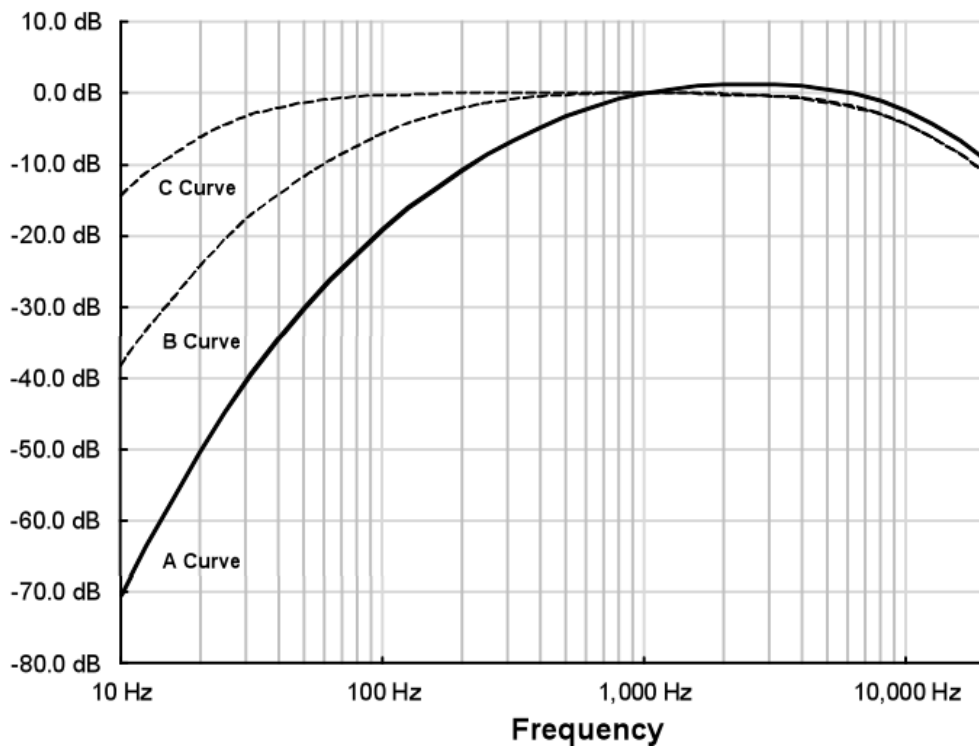


Figura 7. Filtros de ponderación.
Fuente: McMinn, 2013.

Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A. En la actualidad los sonómetros integrados permiten obtener un nivel de presión equivalente el cual representa el nivel de ruido permanente y homogéneo que posee la misma energía que el ruido variable en un periodo de tiempo (Moreno & Martínez, 2005). Por ende es un buen indicador de centralidad y a su vez es comparable con el estándar de calidad ambiental de ruido. Según Gordillo & Guaraca (2015), se define de la siguiente manera:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{10} \left[\int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right]$$

Donde:

T ... periodo de medición al ruido

P_A(t) ... presión acústica instantánea medida en pascales con filtro de ponderación A

*P₀ ... presión acústica de referencia, 2 * 10⁻⁵*

II. Ubicación de puntos. La selección de estos puntos se realizó con la metodología de viales la cual se usa para evaluar efectivamente el ruido de tráfico sin dejar de lado espacios urbanísticos, vías o avenidas principales y secundarias. La misma metodología usada para la línea base que se sitúa en el 2016 con la elaboración de un mapa de ruido (MSI, Informe via remoto N°006-2020-CSNT, 2020).

III. Condiciones operativas

En la tabla 1 se resumen las condiciones operativas del sonómetro, así como la evidencia de la calibración se puede mostrar en el apéndice 4 Certificado de Calibración del Sonómetro, el cual es emitido por INACAL.

Tabla 1

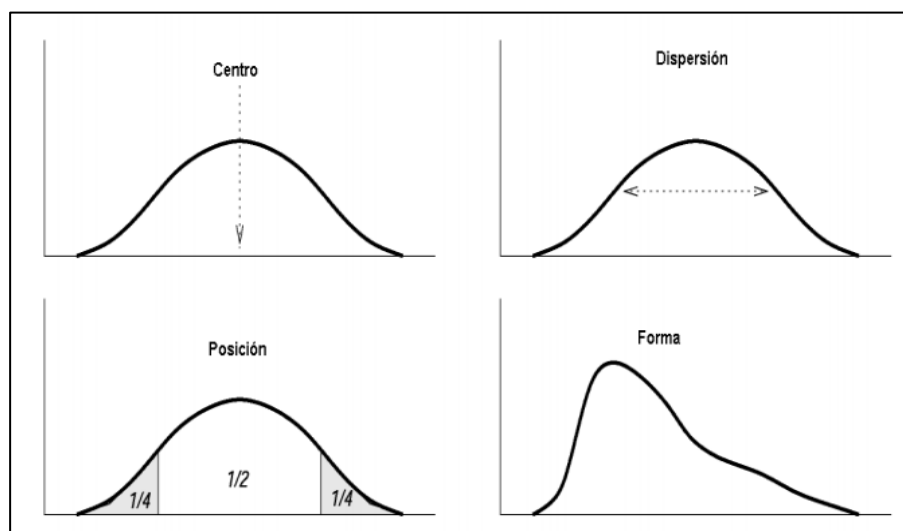
Condiciones operativas.

ITEM	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Calibrador	Antes de la ejecución de la evaluación acústica se utilizó el calibrador de marca HANGZHOU AWA, modelo AWA6221a y serie IEC60942
2	Fuente de emisión	Ruido proveniente del parque automotor
3	Detalles técnicos del instrumento de medición	Sonómetro clase 1, marca HANGZHOU AWA modelo AWA6228, con número de serie 103423 y de procedencia china. La operatividad es validada por INACAL a través de certificado de calibración LAC-170-2018
4	Posición dirección del sonómetro	El sonómetro se ubicó a 1.5 metros del suelo y cubierto con pantallas anti-viento.
5	Características de las evaluaciones acústicas	Se realizaron seis mediciones en cada punto de monitoreo en modo <i>fast</i> , en ponderación A, medido en horario diurno y con una duración de 5 minutos cada una.

Fuente: MSI, 2020.

b. Análisis exploratorio de datos, estadística descriptiva.

Orellana(2001) nos indica que este análisis es usado para dar a conocer las características más resaltantes de los datos a través de figuras y tablas, a su vez detectar errores, valores atípicos, analizar la forma de la distribución, el cálculo de medidas de posición, variabilidad y correlación. A continuación en la fig. 6, se puede apreciar de manera gráfica la aplicación de las medidas de centro, dispersión, posición y forma.

**Figura 8.** Representación gráfica de las medidas de centro, dispersión, posición y forma.

Fuente: Universidad de Murcia, 2020.

Medidas de centro y posición. Según Orellana (2001) son aquellas medidas por las cuales se busca identificar el centro de una distribución de datos. Para ello se cuenta con la media aritmética y mediana.

-Media aritmética o promedio. Es una de las medidas más usadas, su cálculo se puede realizar sumando todos los datos y se divide por la cantidad de observaciones.

Propiedades.

Se usa para la data numérica.

Es una representación del centro de gravedad o el punto de equilibrio de la data.

Es una medida sensible a la presencia de valores atípicos. Esta característica se hace notable al identificar la simetría de una distribución.

-Mediana muestral. Según Orellana (2001) es aquel dato que representa la posición central de una muestra ordenada de menor a mayor.

Propiedades.

Se usa tanto para data numérica como ordinal.

Coincide con la media, aproximadamente, si la distribución es simétrica.

Es una medida que no recibe ningún efecto de la asimetría.

-Moda. Es el dato que tiene la mayor cantidad de repeticiones (Orellana, 2001). Se usa para datos categóricos en los cuales se requiere la categoría con la mayor repetición.

-Cuartiles y otros percentiles. Orellana (2001) define que “El percentil $p\%$ de un conjunto de datos es la observación que deja a lo sumo $p\%$ de las observaciones debajo de él y a lo sumo $(1 - p) \%$ encima de él”.

Medidas de dispersión. De acuerdo a Orellana (2001) son aquellas medidas que nos indican la distancia de los datos al centro de la distribución.

-*Rango*. Orellana (2001) define “El rango de n observaciones X_1, X_2, \dots, X_n es la diferencia entre la observación más grande y la más pequeña”.

Propiedades.

Solo toma en cuenta las observaciones de los extremos.

Es sensible a los valores atípicos.

En general aumenta con el tamaño de la muestra

-*Desviación estándar y Varianza muestral*. Orellana (2001) define la varianza “el promedio de las distancias a la media al cuadrado.” Sin embargo, ya que no posee las mismas unidades que la data se usa la raíz cuadrada positiva que es la desviación estándar.

Propiedades de la desviación estándar.

Mide la dispersión tomando como centro la media, siempre y cuando esta última sea la medida de posición.

Es una medida sensible a la presencia de valores atípicos.

Es igual a cero cuando los valores son todos iguales.

Diagrama de caja o de “tukey’s diagram”. Wickham y Stryjewski (2011) afirman que John Tuckey introdujo el diagrama de caja como una herramienta de para el análisis exploratorio de datos. El diagrama de caja es un resumen compacto de la distribución de las observaciones, que muestra menos detalle que un histograma, pero toma menos espacio. Este diagrama tiene cinco elementos como se muestra en la figura 7, cuidadosamente escogidos: la mediana, los cuartiles representados por los lados de la caja, los valores atípicos o adyacentes a las vallas superiores e inferiores, dos líneas que unen que conectan la caja a los valores adyacentes.

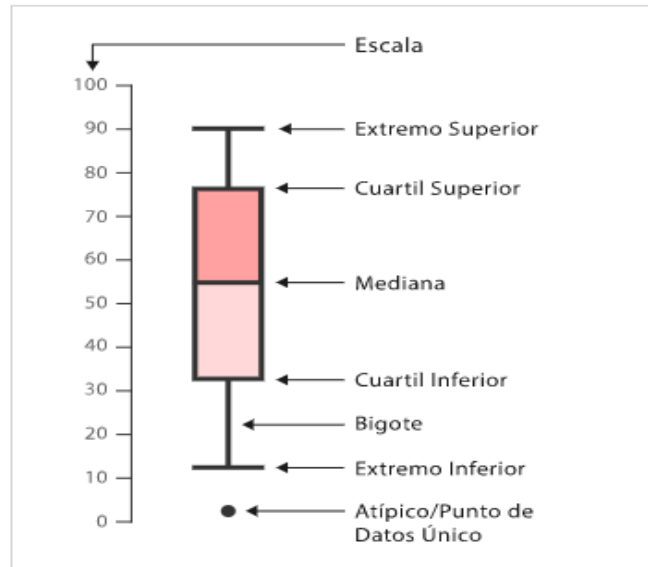


Figura 9. Diagrama caja o "tukey's diagram" y sus elementos.
Fuente: Ribecca, 2020.

Estadísticos de forma (Skewness).

-Coeficiente curtosis. Este coeficiente nos permite determinar el grado de concentración que presentan los valores en el área central de la distribución. En la figura 8, se puede observar la diferencia de la forma de los tres tipos de curtosis.

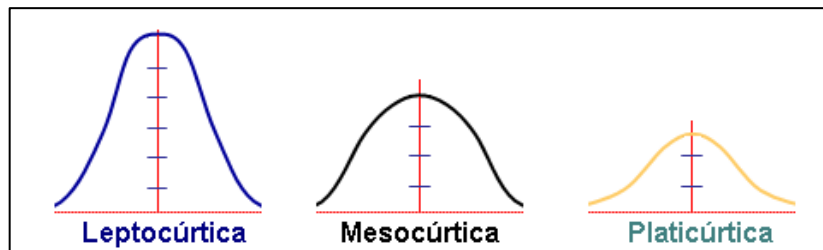


Figura 10. Tipos de curtosis.
Fuente: SPSS FREE, 2020.

El valor del coeficiente de curtosis se interpreta de la siguiente manera:

Coeficiente de curtosis = 0 ± 0.5 , Distribución Mesocúrtica

Coeficiente de curtosis > 0 , Distribución Leptocúrtica

Coeficiente de curtosis < 0 , Distribución Platicúrtica

-Coeficiente de asimetría. Según Molina y Rodrigo (2010) es el coeficiente implicado para una distribución de frecuencias en la cual se requiere hacer

referencia al grado en que los valores de la variable, equidistantes a una medida central, posee frecuencias similares. En la figura 9, se muestran los tipos de asimetría, y su relación con la media y moda.

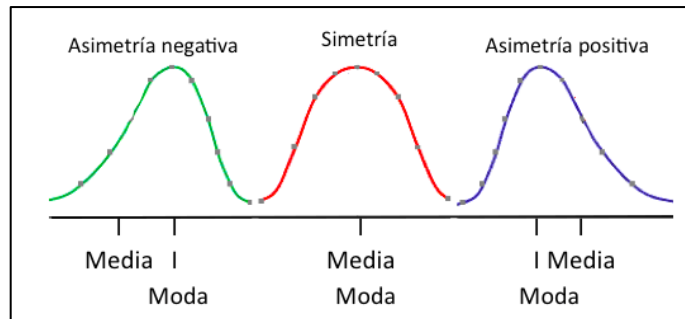


Figura 11. Tipos de asimetría.

Fuente: Servicios de capacitación virtual y análisis Actuarial y de datos disponible en toda Latinoamérica, 2020.

El valor del coeficiente de asimetría se interpreta de la siguiente manera:

Coeficiente de asimetría = 0 ± 0.5 , Distribución Símetrica

Coeficiente de asimetría > 0 , Distribución Asimétricamente Positiva

Coeficiente de asimetría < 0 , Distribución Asimétricamente Negativa

Software para el análisis exploratorio: Según GNU (2016) *PSPP* un programa para el análisis de datos de muestreo. PSPP es una herramienta de software libre para el análisis estadístico de datos. Este software posee un lenguaje similar al que usa el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS). Se encuentra en su versión 1.2.0.

Medidas medidas de posición, variabilidad y estadísticos de forma con PSPP.

Primer paso. En el programa PSPP ir a la opción importar datos, como se muestra en la figura 10. Seleccionamos los datos previamente guardados de una hoja de cálculo o de un archivo de texto.

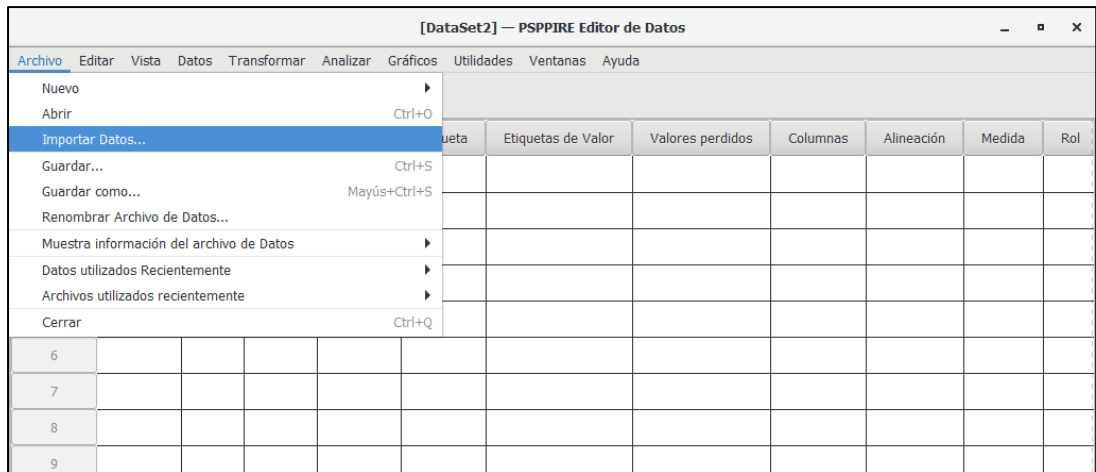


Figura 12. Opción importar datos.
Fuente: Elaboración propia.

Segundo paso. Seleccionar los datos del fichero para importar y dar clic a la opción “siguiente”. Como se muestra en la fig. 11, en este caso el archivo a seleccionar será ruido diurno.

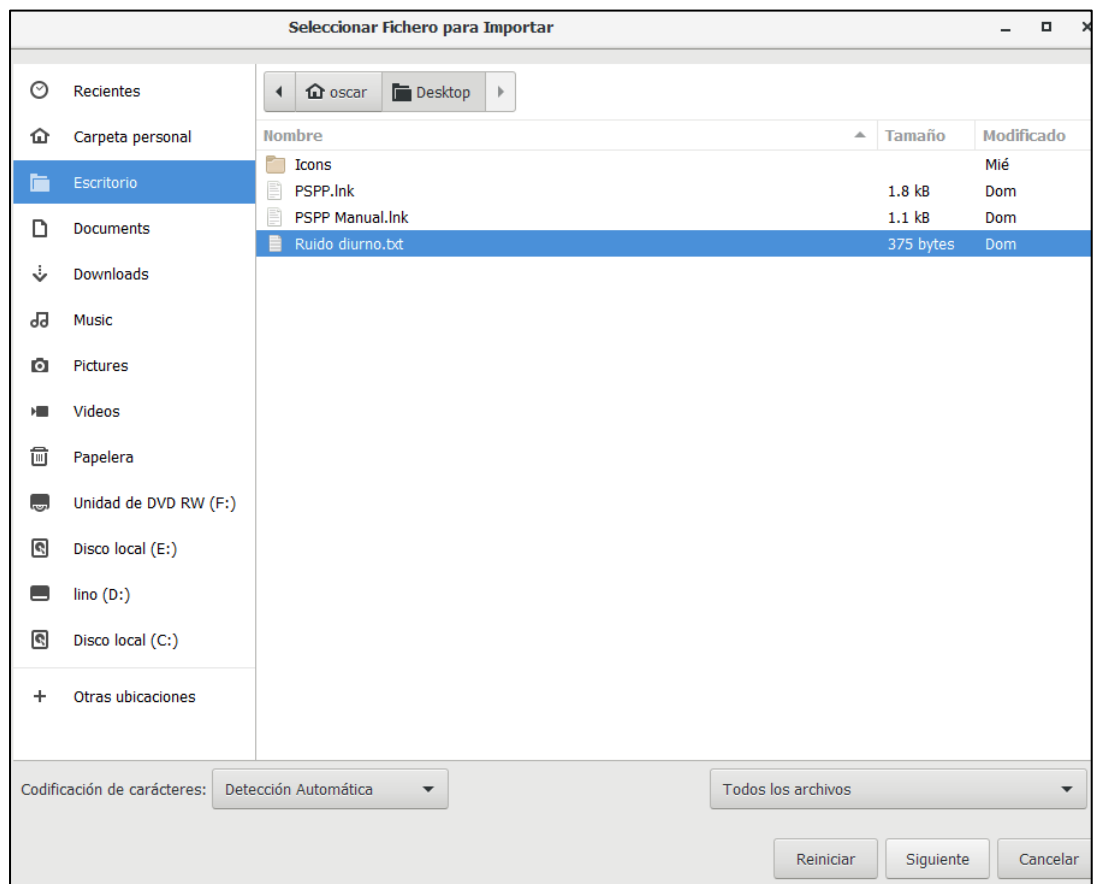


Figura 13. Selección del archivo de texto.
Fuente: Elaboración propia.

Tercer paso. Como se muestra en la fig. 12, en la ventana de “seleccionar las líneas a importar” no se realizará una reducción en las líneas por ende se escoge la opción “siguiente”.

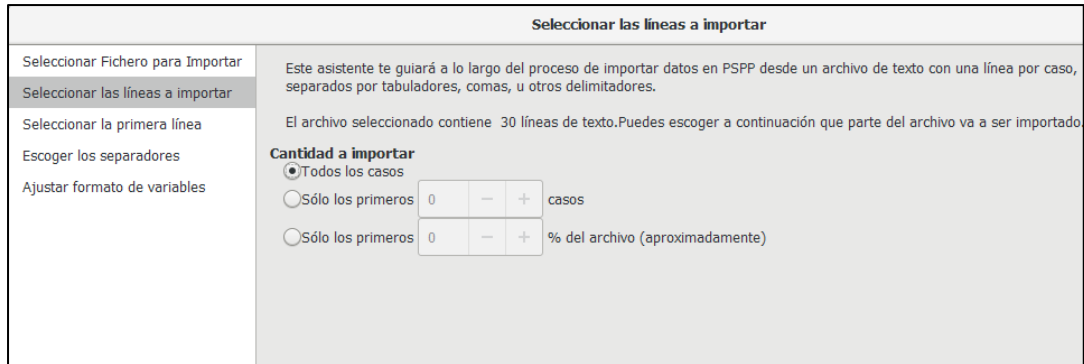


Figura 14. Selección de las líneas a importar.
Fuente: Elaboración propia.

Cuarto paso. En la siguiente ventana se selecciona la primera línea que contiene los datos y se da clic en la opción siguiente, como en la fig. 13 donde se selecciona la línea del punto 1.

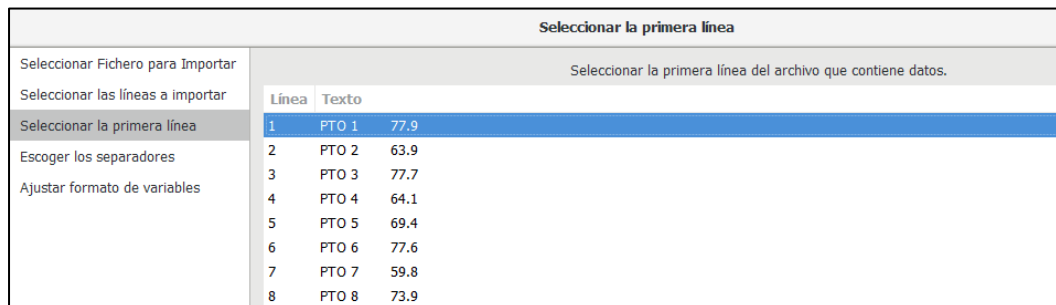


Figura 15. Selección de la primera fila.
Fuente: Elaboración propia.

Quinto paso. En la ventana “Escoger los separadores”, que se muestra en la fig. 14, se escogen los más adecuados para la separación de las columnas, en este caso se desmarca espacio y se selecciona tabulador. Dar clic en la opción siguiente.

Escoger los separadores

Separadores

Espacio Tabulador Exclamación (!)

Dos puntos (:)

Coma (,)

Guión (-)

Barra (|)

Punto y coma (;)

Barra (/)

Usuario

Comillas

Anchura de caracteres separadores con comillas

Pre-visualizar Campos

line	var	var
1	PTO 1	77.9
2	PTO 2	63.9
3	PTO 3	77.7
4	PTO 4	64.1
5	PTO 5	69.4

Figura 16. Escoger los separadores.
Fuente: Elaboración propia.

Sexto paso. En la ventana “ajustar formato de las variables”, que se muestra en la fig. 15, corregimos la cantidad de decimales para la columna de ruido y renombramos las columnas de variables; luego seleccionamos la opción “aplicar”.

Ajustar formato de variables

Comprueba los formatos de los datos mostrados a continuación y corrige los problemas. Se pueden asignar propiedades de las variables adelante.

Variables

	Nombre	Tipo	Ancho	Decimal	Etiqueta	Etiquetas de Valor	Valores perdidos	Columnas
1	PUNTOS	Cadena	6	0		Ninguno	Ninguno	8
2	RUIDO.DIURNO	Númerico	4	0		Ninguno	Ninguno	8
3								
4								
5								
6								
7								

Pre-visualización de datos

	PUNTOS	RUIDO.DIURNO.EQ	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
1	PTO 1	78									

Figura 17. Ajustar formato de las variables.
Fuente: Elaboración propia.

Séptimo paso. En la barra de opciones”, como se muestra en la fig. 16, en la pestaña de estadística descriptiva seleccionamos la opción “descriptivos”.

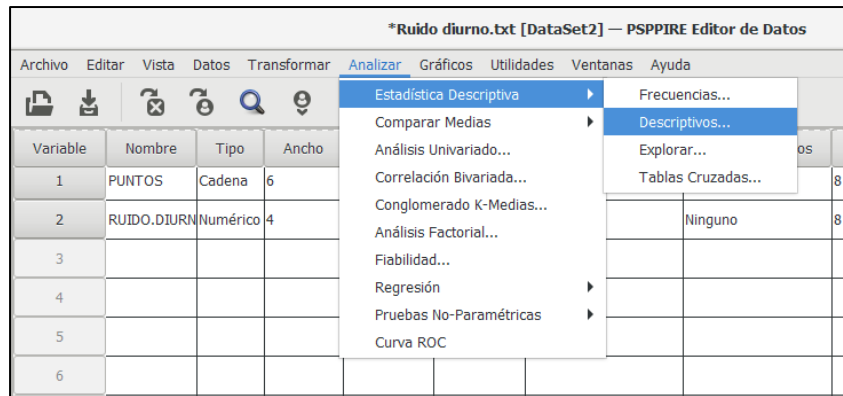


Figura 18. Descriptivos.
Fuente: Elaboración propia.

Octavo paso. En la ventana “Descriptivos”, véase la fig. 17, seleccionamos la variable “Ruido.Diurno. Eq” para calcular sus estadísticos. A continuación, la variable cambiara su posición luego de dar clic en el botón “▶”. Finalmente activamos las opciones de los estadísticos a calcular.

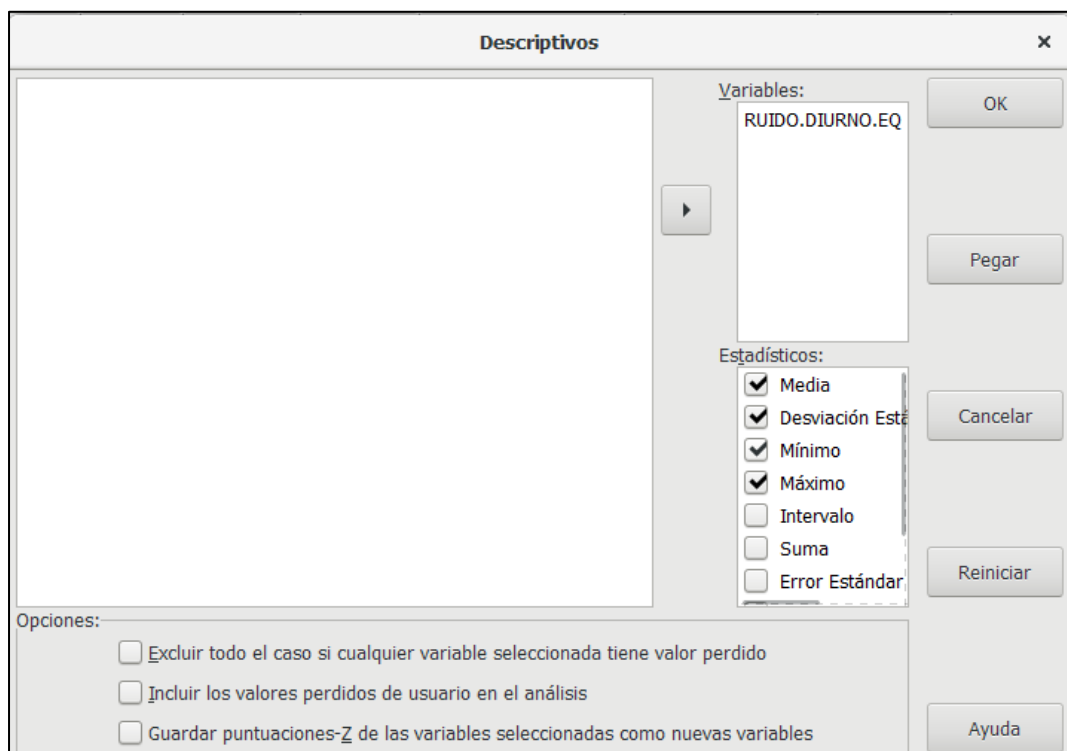


Figura 19. Ventana “descriptivos”.
Fuente: Elaboración propia.

Noveno paso. En la ventana de “visor de resultados”, que se muestra en la fig. 18, se podrán observar los estadísticos calculados.

Variable	N	Media	Desv Std	Asimetría	Err.Est.Asim.	Mínimo	Máximo
RUIDO.DIURNO.EQ	30	69.69	7.19	-.65	.43	50.40	81.10

Figura 20. Visor de resultados.
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de caja o Tuckey's Diagram con R “El proyecto R para computación estadística”. Venables, Smith, & R Core Team (2019) afirman que R es un conjunto integrado de instalaciones de software para la manipulación de datos, cálculo y gráficas. Entre otras cosas tiene:

- Una instalación efectiva de manejo y almacenamiento de datos.
- Un conjunto de operadores para cálculos en matrices, en particular matrices.
- Una colección grande, coherente e integrada de herramientas intermedias para el análisis de datos.
- Facilidades gráficas para el análisis y visualización de datos, ya sea directamente en la computadora o en papel.
- Un lenguaje de programación bien desarrollado, simple y efectivo (llamado "S") que incluye condicionales, bucles, funciones recursivas definidas por el usuario y facilidades de entrada y salida. (En efecto la mayoría de las funciones proporcionadas por el sistema están escritas en el lenguaje S).

El término “entorno” tiene la intención de caracterizarlo como un sistema totalmente planificado y coherente, en lugar de una acumulación incremental de herramientas muy específicas e inflexibles, como suele ser el caso con otro software de análisis de datos.

R es en gran medida un medio para los nuevos métodos de análisis de datos interactivos. Ha sido desarrollado rápidamente, y se ha extendido por una gran colección de paquetes. Sin embargo, la mayoría de los programas escritos en R son esencialmente efímeros, escritos para una sola pieza de análisis de datos.

Primer paso. En la consola de R, como se muestra en la fig. 19, se arrastra el archivo de texto con los datos de ruido diurno. Luego, se copia la dirección generada.

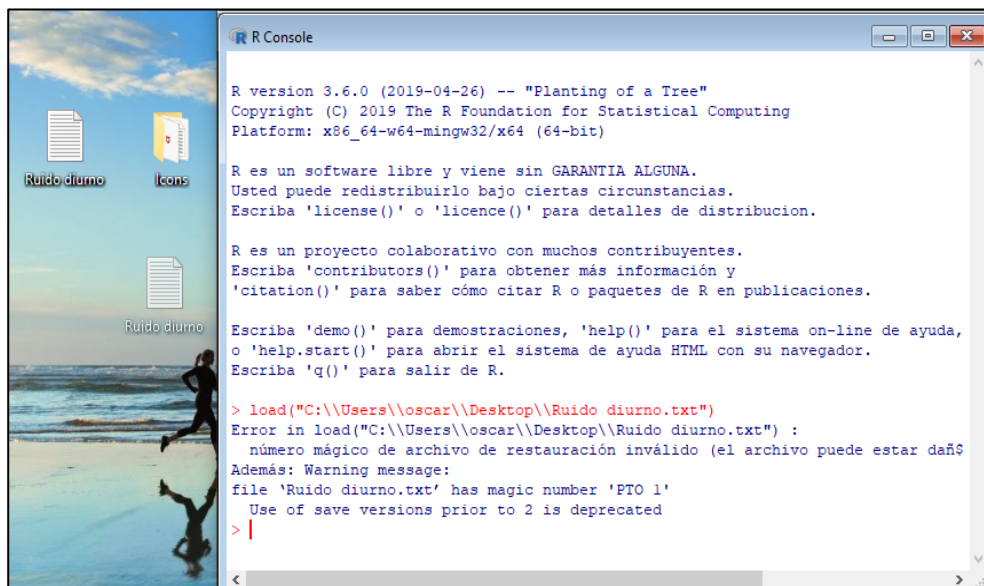


Figura 21. Consola R.
Fuente: Elaboración propia.

Segundo paso. Generamos la siguiente estructura de datos “noise.data1”, que se muestra en la fig. 20, con la función “read.table”.

Script: noise.data1 = read.table ("C:\\Users\\oscar\\Desktop\\Ruido diurno.txt",
h = T)

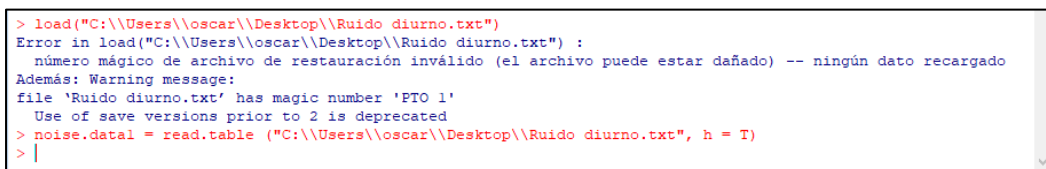
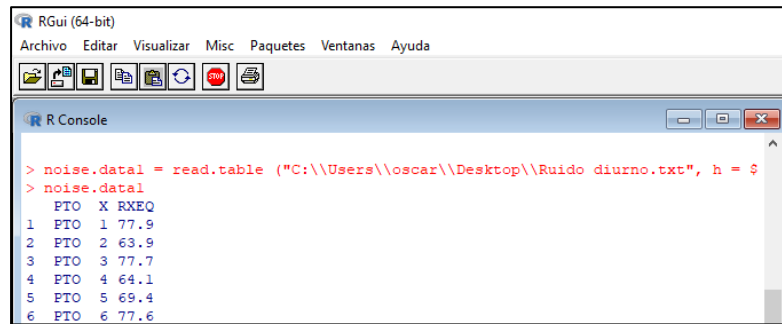


Figura 22. Función read.table.
Fuente: Elaboración propia.

Tercer paso. Si se digita el comando “noise.data1”, que se muestra en la fig. 21, y se oprime la tecla *intro*, se podrá visualizar los datos en la pantalla.

Script: noise.data1



```
RGui (64-bit)
Archivo  Editar  Visualizar  Misc  Paquetes  Ventanas  Ayuda

R Console
> noise.data1 = read.table ("C:\\Users\\oscar\\Desktop\\Ruido diurno.txt", h = $
> noise.data1
  PTO X RXEQ
1  PTO 1  77.9
2  PTO 2  63.9
3  PTO 3  77.7
4  PTO 4  64.1
5  PTO 5  69.4
6  PTO 6  77.6
```

Figura 23. Visualización de la data de ruido diurno.
Fuente: Elaboración propia.

Cuarto paso. Se procede a graficar el diagrama bajo el comando boxplot, que se muestra en la fig. 22 ya con el diagrama de caja proyectado automáticamente.

Script: boxplot (subset (noise.data1, select= c(RXEQ)), data= noise.data1, main= "DIAGRAMA DE CAJA PARA RUIDO DIURNO", ylab= "Eq(db)", horizontal=F, outpch= NA, range=1.5)

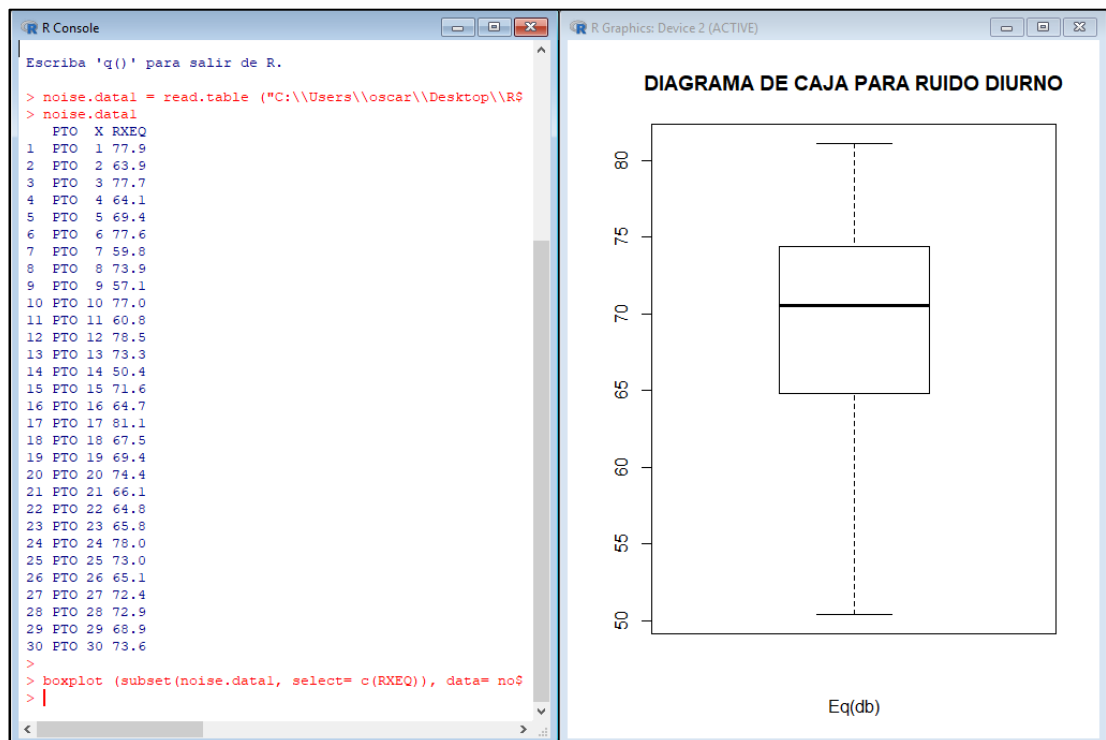


Figura 24. Diagrama de caja.
Fuente: Elaboración propia.

Quinto paso. Se procede a graficar el stripchart para una mejor visualización de los puntos, que se muestra en la fig. 23.

Script: stripchart (subset (noise.data1, select= c (RXEQ)), data = noise.data1, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 21, col = "red", bg = "yellow", add= TRUE)

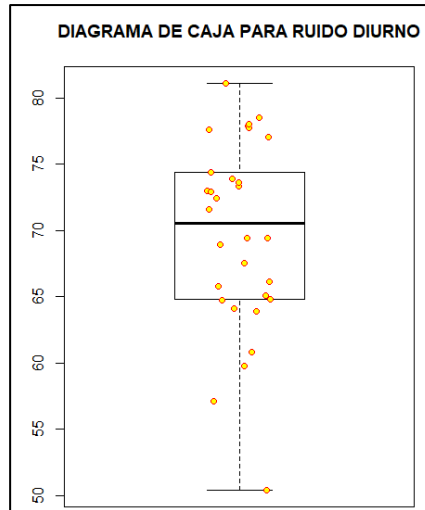


Figura 25. Stripchart.
Fuente: Elaboración propia.

Sexto paso. Por último, digitamos el comando *boxplot* con el argumento *plot* en modo FALSE, como se muestra en la fig. 24, para obtener los parámetros usados en el diagrama de caja y obtener los posibles valores atípicos.

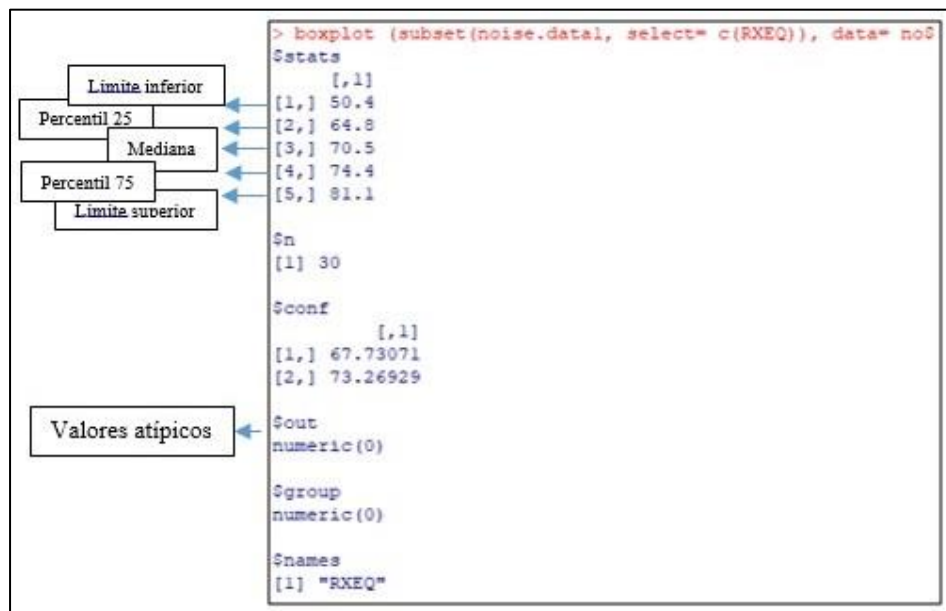


Figura 26. Parámetros del diagrama de caja.
Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis estructural de datos, semivariogramas.

Para poder utilizar el programa *Variowin 2.21* y realizar el análisis correspondiente es necesario convertir la base de datos .xls a un archivo .csv, para luego convertirlo en un archivo .dat. En la figura 25, se presenta como debe estar organizado el archivo .dat para los datos de ruido.

	Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Promedio del nivel de presión sonora en dB(A)
1	782341,79	9967929,35	66,8
2	782436,667	9967415,32	82,5
3	782515,31	9967291,571	82,8
4	782582,359	9967314,744	66,7
5	782679,475	9967158,552	70,4
6	782608,485	9967099,51	78,2
7	782706,013	9966980,818	76,9
8	782812,78	9966849,335	81
9	782446,051	9967263,973	62
10	782543,009	9967049,396	66,3
11	783037,53	9966961,275	76,3
12	782775,17	9967040,691	74,8
13	782917,713	9966901,85	72,5
14	783020,796	9966817,877	72,4
15	783106,207	9966864,353	56,4
16	782933,589	9966731,228	75,6
17	783024,047	9966656,008	77,6
18	783102,632	9966751,924	66,2
19	783142,819	9966797,647	58,4
20	783160,713	9966708,838	77,1
21	783091,675	9966603,619	75,3
22	783203,699	9966528,914	76,7
23	783261,982	9966636,582	55,1
24	783279,841	9966484,249	77,4
25	783400,087	9966420,498	73,9

Figura 27. Archivo .dat para Variowin 2.21.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

Ya ordenado el archivo .dat, procedemos a ingresar a los módulos de Variowin 2.21. En el primer módulo Prevar 2D, se va generar un archivo de distancias el cual poseé extensión .pcf, para todos los posibles pares de datos existentes en un archivo de datos de extensión .dat. Luego, se debe seguir los pasos en este módulo:

1. Se inserta el archivo .dat al módulo Prevar 2D, que se muestra en la fig. 26, a partir de la ubicación según el directorio de carpetas en el cual se encuentre.

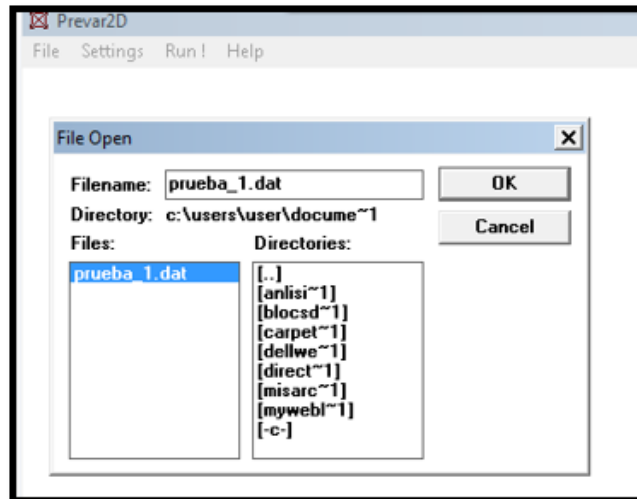


Figura 28. Ingreso del archivo .dat al módulo Prevar 2D.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

2. Luego, la ventana mostrara el número de datos y el número de variables correspondientes, que se muestra en la fig. 27.

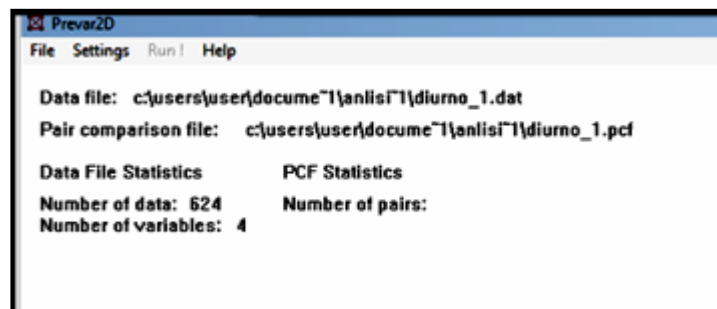


Figura 29. Ventana que muestra el número de datos y variables.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

3. A continuación se presiona *Setting* y se dirige el cursor a *XY – Coordinates*. En esta ventana, como se muestra en la fig. 28, se procede asignar las correspondientes columnas tanto en ESTE y NORTE para que se encuentren debidamente georreferenciadas.

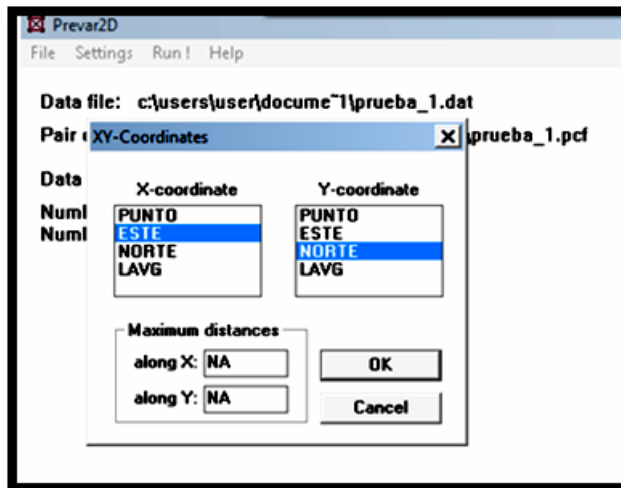


Figura 30. Ventana en la que asigna las coordenadas ESTE y NORTE del archivo generado.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

El segundo módulo Vario 2D, permite que el resultado de la comparación de pares con extensión .pcf realice un análisis variográfico exploratorio en 2D. A continuación, se expone los pasos a seguir en este módulo:

1. En la figura 29, se muestra la ventana de búsqueda para insertar el archivo .pcf al módulo *Vario 2D*.

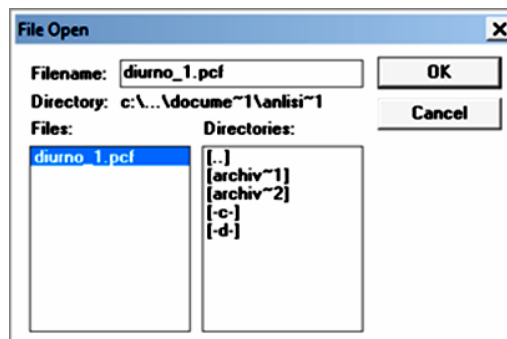


Figura 31. Ingreso del archivo .pcf al módulo *Vario 2D*.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

2. Click izquierdo en *OK* y dirigirse a *Calculate / Directional Variogram*; se nos despliega la siguiente ventana.

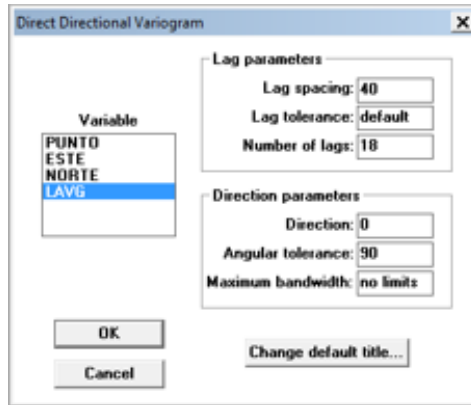


Figura 32. Ventana Direct Directional Variogram.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

En esta ventana, que se muestra en la fig. 30, se ingresa la variable a analizar *LAVG*, el *Lag spacing* y el *Number of lags*. Para determinar el *Lag spacing* y *Number of lags*, debemos calcularlos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$lag\ size \times number\ lag = \frac{1}{2} distancia\ maxima$$

Para determinar la distancia máxima ingresar a *Variogram Cloud/Maximun distance*. Se debe exagerar la distancia y automáticamente el programa nos da la distancia máxima para los análisis correspondientes.

3. Al ingresar los datos, se confirma la operación con OK y se calcula el semivariograma experimental, desplegándose automáticamente una ventana de visualización, a modo de ejemplo se muestra en la fig. 31.

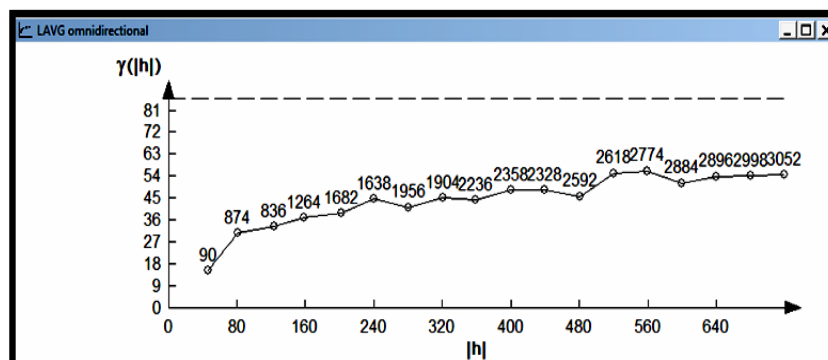


Figura 33. Semivariograma experimental para los Laeq.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

4. A continuación se debe guardar el archivo de tipo *.var* para ingresarlo al tercer módulo.

El tercer módulo: *Model*, presenta una manera dinámica e interactiva de realizar el ajuste a un modelo teórico de semivariograma experimental obtenido en el módulo *Vario 2D*. Los modelos disponibles son: el semivariograma esférico, exponencial, gaussiano y potencia. A continuación, se revisan los pasos a seguir en este módulo:

1. En la fig. 32 se muestra la ventana para ingresar el archivo .var al módulo *Model*.

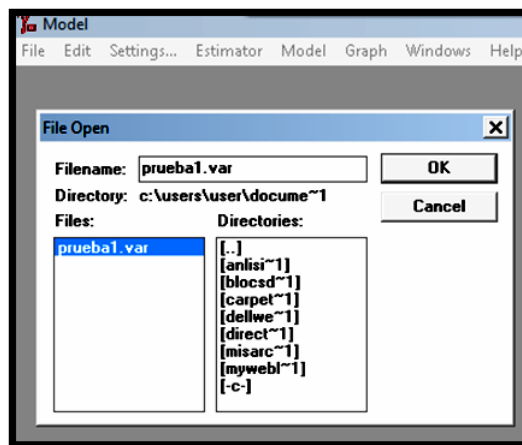


Figura 34. Ingreso del archivo .var al módulo *Model*.
Fuente: Gomez, Juan (2012).

2. En la siguiente ventana se podrá iniciar la configuración de los parámetros para los modelos. En el botón desplegable “*Model*” se selecciona el modelo a usar. Luego; para comparar y obtener el semivariograma adecuado es a través del índice IGF (Indicative goodness of fit) el mismo que muestra la calidad del ajuste al variograma experimental y es cuando este valor o índice, que es un número adimensional, se acerca más a cero. Este permite al usuario del software revisar numéricamente que tan bien el modelo se ajusta a las medidas experimentales.

El IGF se calcula para dar una medida de que tan bien las secciones cruzadas de los modelos se ajustan al semivariograma experimental que se muestra en la pantalla de “plot”. El IGF se calcula con la siguiente ecuación:

$$IGF = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sum_{i=0}^{n(k)} \frac{P(i)}{\sum_{j=0}^{n(k)} P(j)} \cdot \frac{D(k)}{d(i)} \cdot \left[\gamma(i) - \frac{\hat{\gamma}(i)}{\sigma^2} \right]^2$$

Donde

N es el número de semivariogramas direccionales en la ventana de “plot”

$n(k)$ es el número de lags o espacios relativos a el semivariograma k

$D(k)$ es la máxima distancia relativa del semivariograma k

$P(i)$ es el número de pares para el lag o espacio “ i ” del variograma k

$d(i)$ es la distancia par media para el lag o espacio “ i ” del variograma k

$\gamma(i)$ es la medida experimental de la continuidad espacial para el lag o espacio “ i ”

$\hat{\gamma}(i)$ es la medida modelada para continuidad espacial para el lag o espacio “ i ”

σ^2 es la varianza de la data para el semivariograma.

Realizado el ajuste de los parámetros, se visualizaría un semivariograma teórico esférico como en la fig. 33.

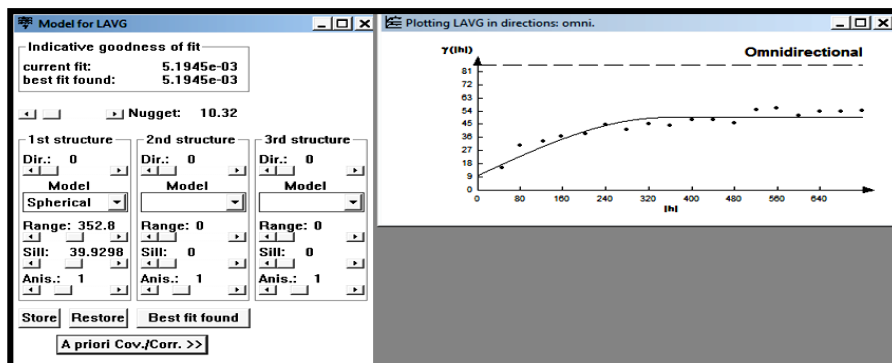


Figura 35. Semivariograma teórico esférico.

Fuente: Gomez, Juan (2012).

Un semivariograma teórico, como en la fig. 34 en la cual se seleccionó el modelo exponencial.

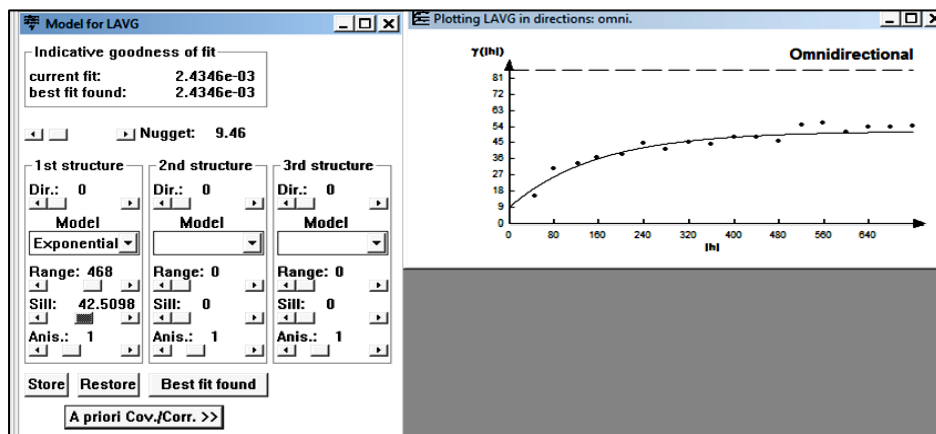


Figura 36. Semivariograma teórico exponencial.

Fuente. Gomez, Juan (2012).

O un semivariograma teórico gaussiano, como en la fig. 35 en la cual se visualiza que se seleccionó la opción “Gaussian” para el modelo y a su vez se grafica automáticamente.

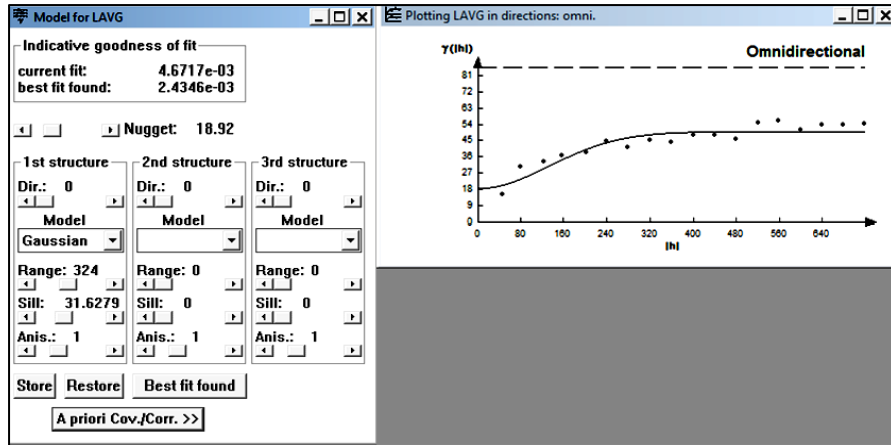


Figura 37. Semivariograma teórico gaussiano.

Fuente: Gomez, Juan (2012).

d. Predicción espacial. Realizado el ajuste del semivariograma y obtenidos los parámetros, a continuación, se realiza la predicción espacial utilizando el *software QGIS 3.14* y *Arcgis 10.5*.

A partir de un archivo .CSV (o con separaciones por espacios), se puede proyectar los puntos en un archivo .shp de ESRI, en este caso se usará QGIS. Además, como se muestra en la fig. 36 con las columnas se definen las coordenadas y el sistema de coordenadas a usar, para ello se debe desplegar las opciones del “X field” y “Y field”.

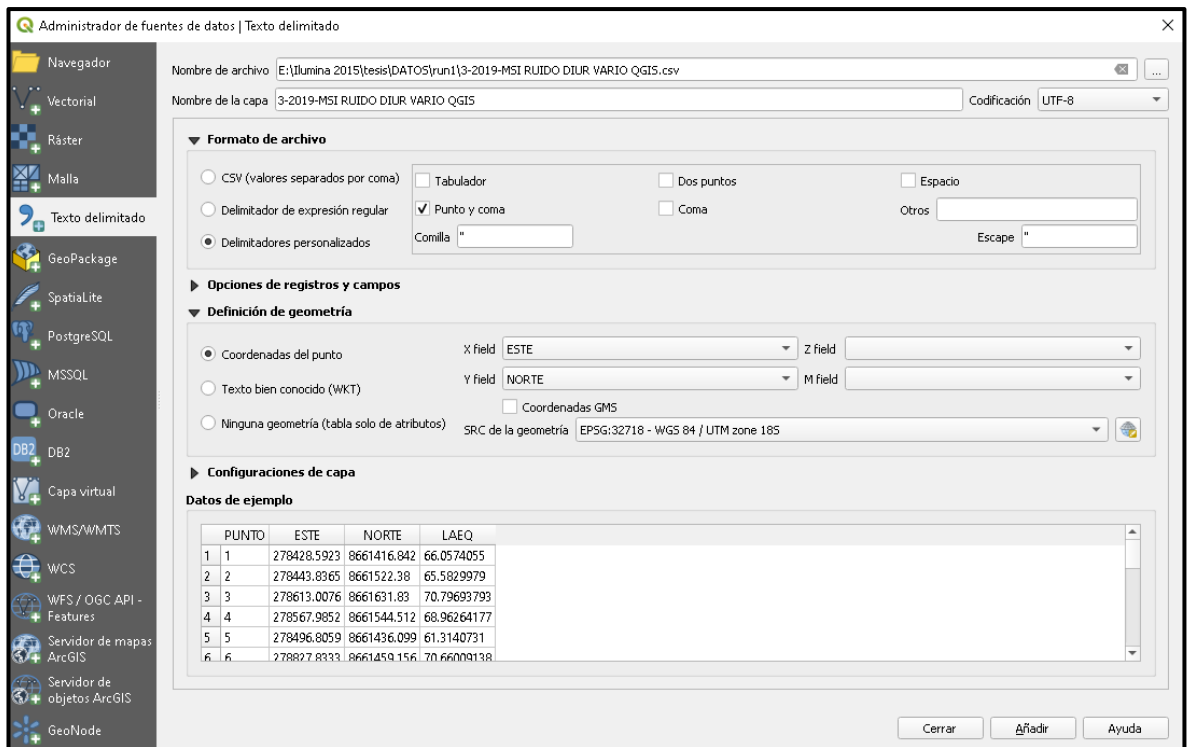


Figura 38. Creación de shapefile de puntos.
Fuente: Elaboración propia.

El archivo generado se puede visualizar en ArcGIS, como se puede ver en la figura 37 los puntos de monitoreo de ruido en la plataforma ArcMap.

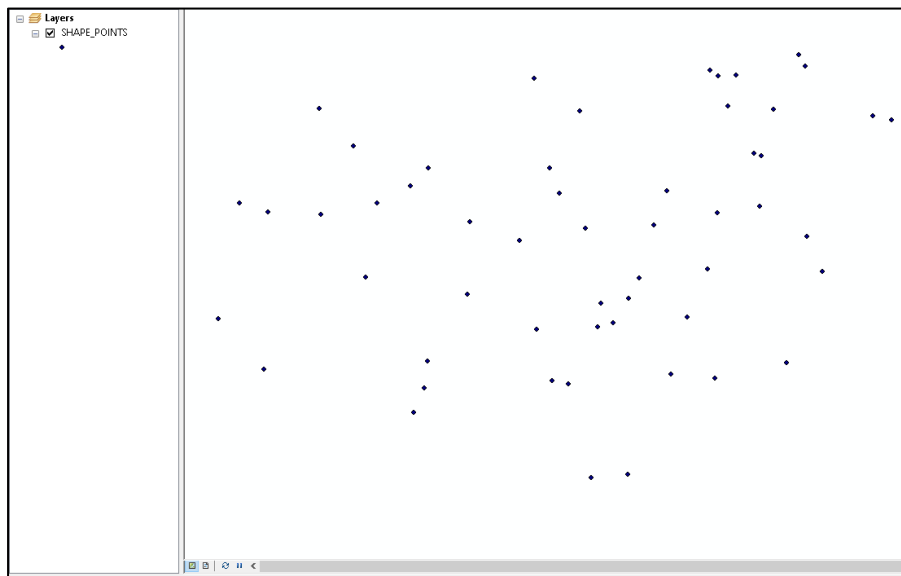


Figura 39. Visualización de shapefile de puntos.
Fuente: Elaboración propia.

Luego; se debe crear un shapefile de polígono referencial, como en la fig. 38, siguiendo los límites del distrito para la extensión del análisis.

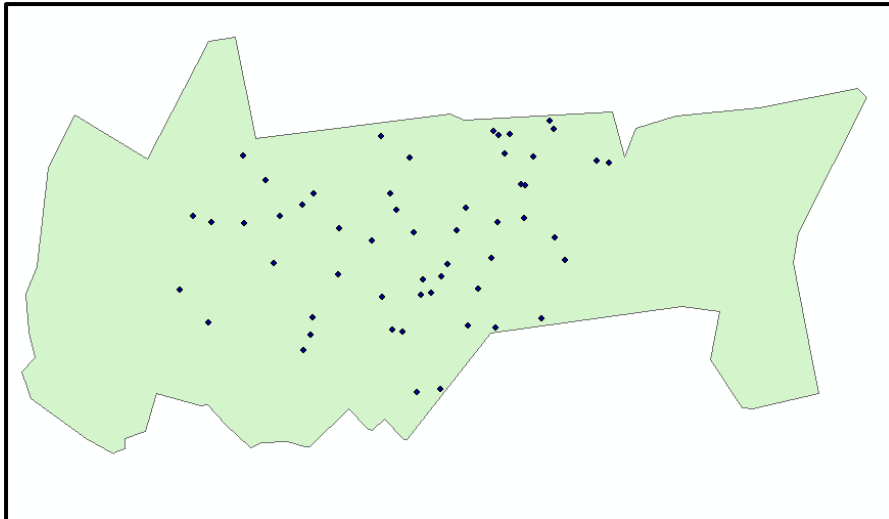


Figura 40. Shapefile Marco.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la fig. 39 se realiza la interpolación por Kriging con los parámetros del modelo que haya obtenido el menor índice de ajuste (IGF) y con los datos de ingreso.

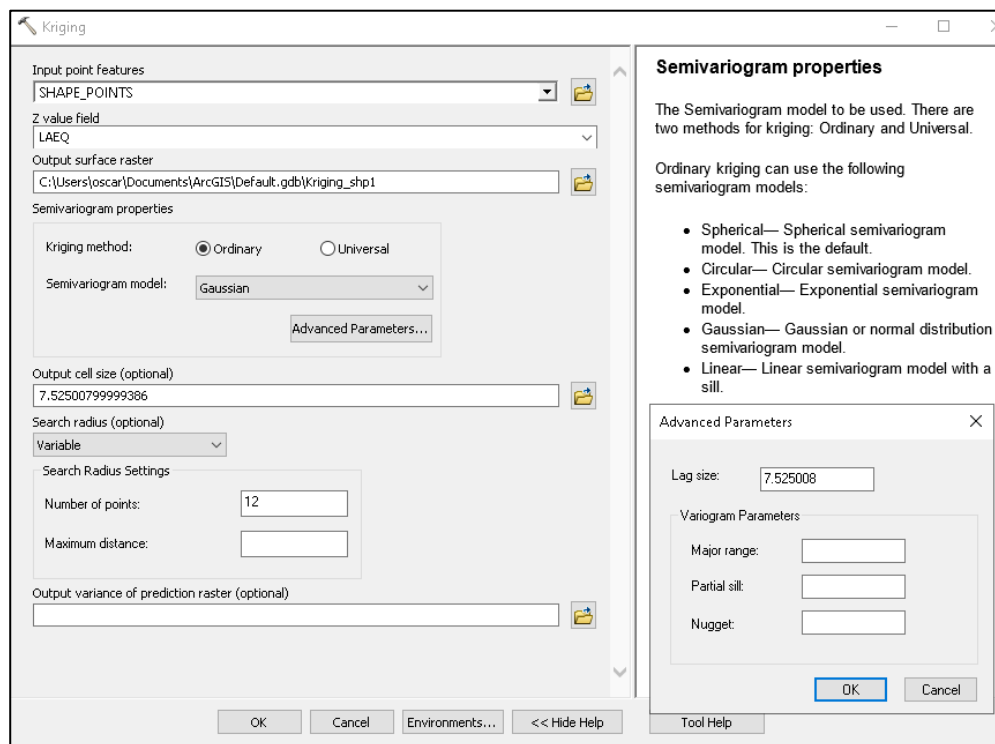


Figura 41. Interpolación por Kriging.
Fuente: Elaboración propia.

Como resultado obtenemos el archivo raster de niveles de ruido, como se aprecia en la fig. 40, con la extensión de análisis del marco.

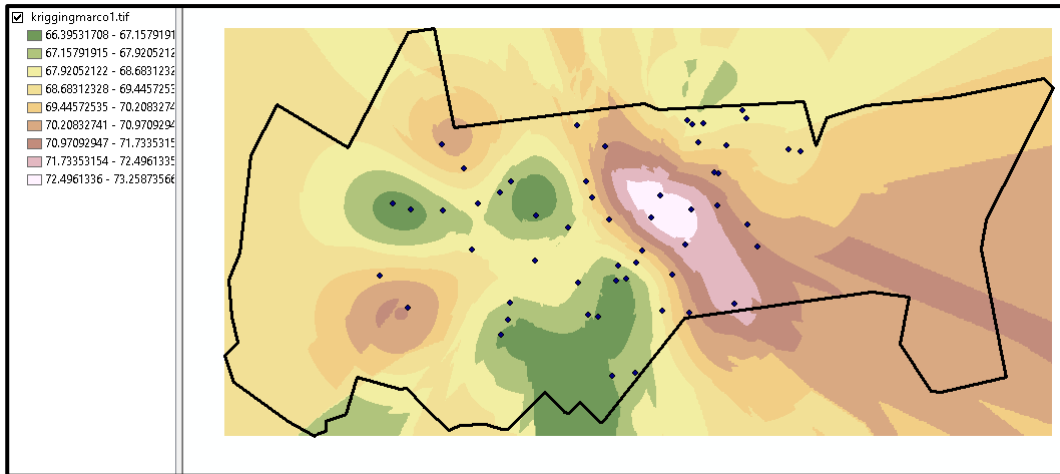


Figura 42. Resultado de la interpolación.
Fuente: Elaboración propia.

Se debe transformar este archivo a un polígono, para ello los valores del raster se deben reclasificar teniendo en cuenta la “no superación” del estándar ECA. En la fig. 41 se muestra la herramienta reclassify para tal fin, se consideró los valores del 70 al 71 equivalente a 71 ya que superan el ECA, y los valores del 69 al 70 como 70 ya que no superan el ECA, no se podrían redondear de otra forma como valores del 70 al 70,5 como 70 ya que se tendrían valores que superan al ECA.

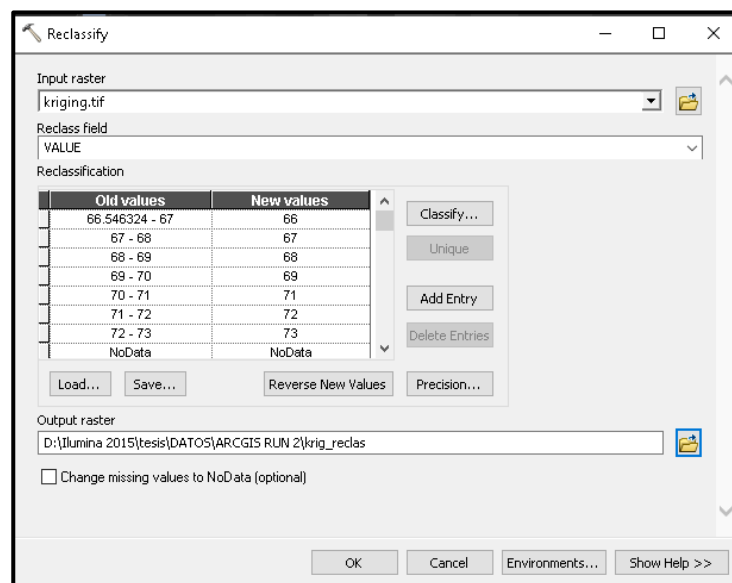


Figura 43. Herramienta Reclassify
Fuente: Elaboración propia.

Luego se obtiene un raster con valores enteros, como se puede apreciar en la fig. 42 con una leyenda de colores.

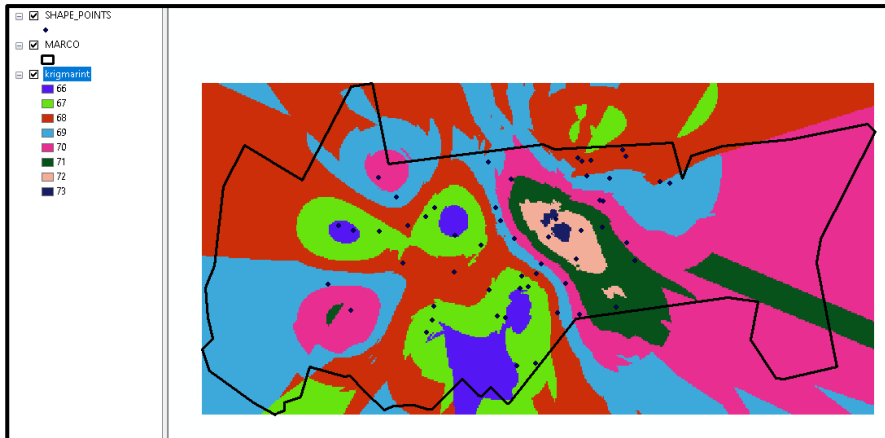


Figura 44. Raster resultante con valores enteros.
Fuente: Elaboración propia.

En la fig. 43 se muestra la siguiente herramienta a emplear “raster to polygon”, como dato de ingreso estaría el archivo raster con valores enteros y se obtiene convertido a un archivo de poligonales.

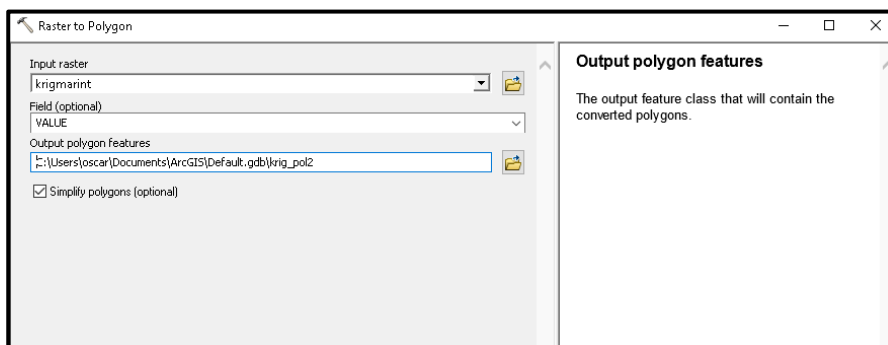


Figura 45. Herramienta "Raster to Polygon".
Fuente: Elaboración propia.

Así, se obtiene un archivo shapefile como se muestra en la fig. 44 la superficie de polígonos, cada uno con su respectivo valor de ruido.

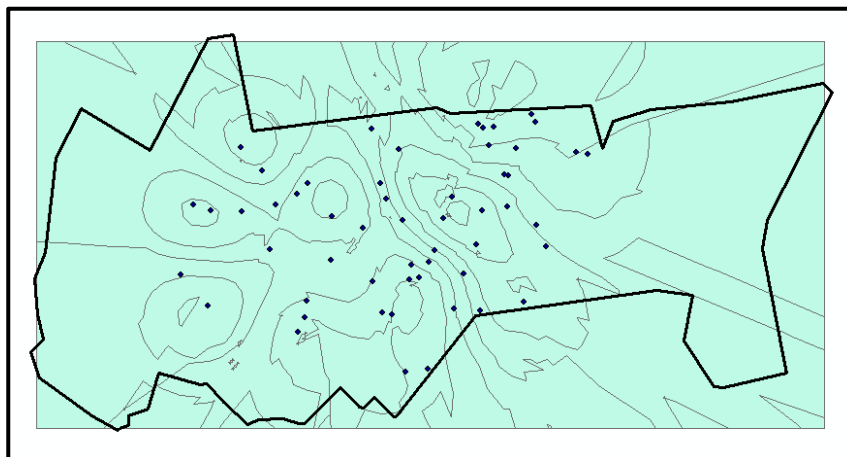


Figura 46. Superficie de ruido a analizar.
Fuente: Elaboración propia.

En la fig. 45, ya con la superficie de niveles de ruido en formato de archivo de polígonos, se procede a intersectar con la capa de zonificación por uso de suelos del distrito para obtener un archivo con ambas propiedades nivel de ruido y zonificación.

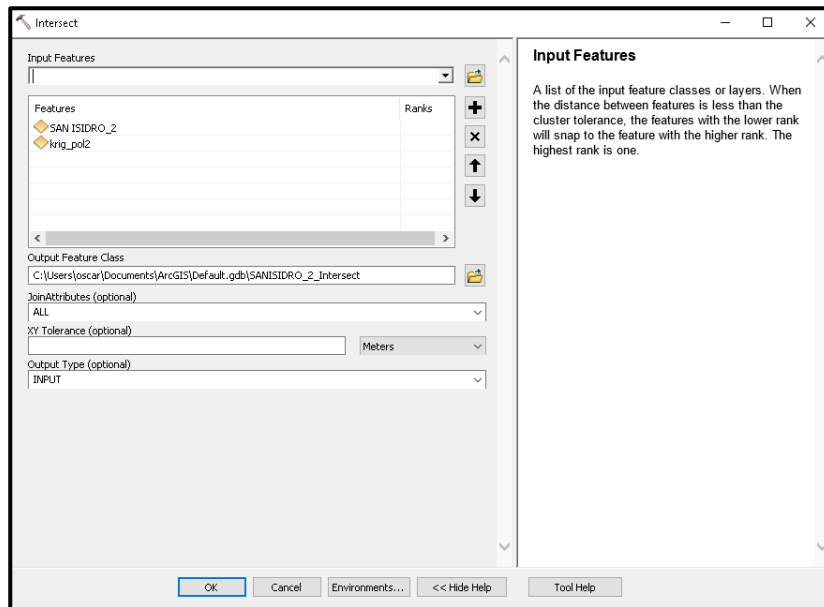


Figura 47. Herramienta Intersect.
Fuente: Elaboración propia.

La capa resultante se puede separar en función al tipo de zonificación, para ello se usó la herramienta “select”, con el siguiente algoritmo:

Para zona comercial:

"zonificaci" = 'CV' OR "zonificaci" = 'CM' OR "zonificaci" = 'CZ'

Para la zona residencial:

"zonificaci" = 'RDA' OR "zonificaci" = 'RDB' OR "zonificaci" = 'RDM' OR
"zonificaci" = 'RDMA'

Para residencial especial:

NOT "zonificaci" = 'RDA' AND NOT "zonificaci" = 'RDB' AND NOT "zonificaci" =
'RDM' AND NOT "zonificaci" = 'RDMA' AND NOT "zonificaci" = 'CM' AND
NOT "zonificaci" = 'CV' AND NOT "zonificaci" = 'CZ'

Finalmente, se debe organizar la simbología en función a los valores del mapa para representar las superficies de los niveles de la mejor forma.

e. Lineamientos de prevención, corrección y mitigación.

Según el MINAM (2016), la formulación de medidas para la prevención y control de la contaminación sonora es una segunda fase dentro de la elaboración de un plan de acción, estas deben ser evaluadas en base a una línea base; además deberán tener un costo y plazo fijo.

Las medidas se clasifican como sigue:

Sensibilización para la mejora de hábitos sobre la población. Sobre la población, se deberían difundir con campañas de sensibilización para la prevención del ruido producto de actividades domésticas. Estas campañas se realizarían para dar a conocer al ruido como un problema que implica a todos y campañas informativas sobre el ruido (Ayuntamiento de Elche, 2012), es decir sobre la importancia de la participación ciudadana en la vigilancia y control en la prevención del ruido. Así como las campañas informativas sobre las consecuencias del ruido. Según el MINAM (2016), también se deberían realizar: convenios con instituciones educativas; campañas de sensibilización ante autoridades, gremios empresariales, asociaciones civiles; difusión a partir de spots publicitarios en las redes sociales; realización de conversatorios, seminarios.

Ordenamiento y uso del territorio. Se deberá motivar la implementación de actividades en los planes de desarrollo urbano, con los siguientes resultados: revisión de los requerimientos para la entrega de licencias a centros de esparcimiento dentro de zonas residenciales, implementación de proyectos viales para la reducción de la contaminación acústica y que sean incluidos en el plan de desarrollo urbano, evaluar y replantear el diseño de trayecto para las rutas autorizadas, programas de mantenimiento vial de zonas de alto riesgo por ruido, reevaluar los índices de uso establecidos en las edificaciones con el fin de realizar cambios en función a la reducción de la contaminación sonora.

Mitigación. Las medidas de reducción o mitigación específicas para la contaminación acústica deberían considerar las siguientes acciones:

Aplicar barreras acústicas en fuentes con altos niveles de ruido

Evaluar dentro del proceso de entrega de licencias de construcción y funcionamiento de instalaciones incluir el uso de material acústico en zonas de alto riesgo por ruido ambiental, por ejemplo, el uso de paneles conformados por espuma de poliuretano expandible y tecnopor en los techos de los edificios de las zonas residenciales (Collazos, Flores, & Vargas, 2015). Además, se debería incluir la variable ruido en la compra o alquiler de viviendas a modo de “etiqueta verde” (Ayuntamiento de Elche, 2012).

Priorizar zonas de reducción de carga vehicular como zonas críticas de contaminación sonora y protección especial donde se podría fomentar el uso de las bicicletas o el mayor uso de transporte público.

Control y fiscalización de la contaminación sonora. Esta medida comprende la adecuación y actualización del marco jurídico local para el control y fiscalización. Por ejemplo; la MSI en su Ordenanza N° 459-MSI , ordenanza que modifica la tabla de infracciones y sanciones administrativas para añadir las infracciones relacionadas a la activación injustificada, involuntaria e innecesaria de los sistemas de alarmas o por la generación de contaminación sonora producto trabajos fuera de horario permitido o la reproducción de música a alto volumen y la celebración de eventos. Infracciones a las cuales corresponde multa.

Monitoreo de la contaminación sonora. El municipio debe considerar realizar monitoreos de manera permanente. Para ello se debe contar con los equipos y procedimientos estandarizados para la toma de datos de ruido. Por ejemplo; la municipalidad de San Isidro mantiene una frecuencia trimestral para la realización de sus monitoreos. Según el MINAM (2016), también se debe tomar las acciones como realizar zonas y puntos críticos de medición continua, seguimiento de mejora a las principales fuentes de ruido, generar indicadores de la disminución del ruido a partir de las medidas aplicadas, elaboración de mapas de ruido.

Prevención de la salud de la población. Iniciando por establecer convenios con las direcciones regionales para la evaluación de estudios de impactos a la salud por ruido y universidades para el desarrollo de tesis sobre la relación del ruido y su impacto en la salud.

2.4. Resultados

2.4.1. Monitoreo de ruido.

Análisis Comparativo con los ECA's de ruido. En la tabla 2 se resume las mediciones para los puntos de ruido, estos se pueden comparar con la columna ECA. Evidenciando que se supera en aquel punto los ECA's de ruido, por ende, el riesgo por contaminación sonora en un 83.3% del total de puntos.

Tabla 2

Análisis Comparativo: Niveles de ruido monitoreados con los ECA's de Ruido.

RUIDO	MEDICIÓN		ECA(Db)	COMPARACIÓN
	PROMEDIO	ZONA		
	LeqA(Db)			
1	66.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo
2	65.6	RESIDENCIAL	60	Riesgo
3	70.8	RESIDENCIAL	60	Riesgo
4	69.0	RESIDENCIAL	60	Riesgo
5	61.3	RESIDENCIAL	60	Riesgo
6	70.7	RESIDENCIAL	60	Riesgo
7	75.7	COMERCIAL	70	Riesgo
8	71.7	COMERCIAL	70	Riesgo
9	71.9	COMERCIAL	70	Riesgo
10	62.8	RESIDENCIAL	60	Riesgo
11	71.0	COMERCIAL	70	Riesgo
12	66.3	RESIDENCIAL	60	Riesgo
13	67.2	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
14	66.7	RESIDENCIAL	60	Riesgo
15	72.9	RESIDENCIAL	60	Riesgo
16	77.2	COMERCIAL	70	Riesgo
17	70.1	COMERCIAL	70	Riesgo
18	67.9	RESIDENCIAL	60	Riesgo
19	68.2	RESIDENCIAL	60	Riesgo
20	64.7	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
21	62.4	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
22	74.4	COMERCIAL	70	Riesgo
23	71.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo
24	70.9	COMERCIAL	70	Riesgo
25	68.4	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
26	63.6	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
27	71.4	COMERCIAL	70	Riesgo
28	69.3	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
29	73.2	COMERCIAL	70	Riesgo
30	73.5	COMERCIAL	70	Riesgo
31	74.0	COMERCIAL	70	Riesgo
32	68.0	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
33	69.4	COMERCIAL	70	No hay Riesgo

34	71.7	COMERCIAL	70	Riesgo
35	68.5	COMERCIAL	70	No hay Riesgo
36	73.2	COMERCIAL	70	Riesgo
37	72.9	COMERCIAL	70	Riesgo
38	71.7	RESIDENCIAL	60	Riesgo
39	75.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo
40	65.3	RESIDENCIAL	60	Riesgo
41	71.6	RESIDENCIAL	60	Riesgo
42	71.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo
43	63.6	RESIDENCIAL	60	Riesgo
44	62.8	RESIDENCIAL	60	Riesgo
45	71.4	RESIDENCIAL	60	Riesgo
46	66.0	RESIDENCIAL	60	Riesgo
47	65.0	RESIDENCIAL	60	Riesgo
48	63.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo
49	67.0	RESIDENCIAL	60	Riesgo
50	69.8	RESIDENCIAL	60	Riesgo
51	74.5	RESIDENCIAL	60	Riesgo
52	65.4	RESIDENCIAL	60	Riesgo
53	67.7	RESIDENCIAL	60	Riesgo
54	66.1	RESIDENCIAL	60	Riesgo

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Análisis exploratorio de datos, estadística descriptiva.

-Análisis exploratorio del ruido.

Calculo de los estadísticos. En la tabla 3, se describen los valores de las medidas de centro, dispersión.

Tabla 3

Medidas de centro y dispersión.

Variable	N	Media	Desv Std	Mínimo	Máximo
<i>Ruido_diurno_eq</i>	54	69.09	3.86	61.31	77.25

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 los valores de las medidas de forma, para el coeficiente de asimetría, la distribución de niveles de ruido es asimétrica negativa hacia la izquierda; por el coeficiente de curtosis, la distribución es de tipo leptocúrtica.

Tabla 4

Medidas de forma.

Variable	Curtosis	Asimetría
<i>Ruido_diurno_eq</i>	2.1786	-0.09

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de caja. Se procedió a graficar el diagrama de caja para los valores del ruido diurno equivalente. En la tabla 5 se muestran los parámetros para el diagrama de caja.

Tabla 5

Parámetros del diagrama de caja para ruido diurno.

Límite inferior	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Límite superior
61.3	66.1	69.35	71.7	77.2

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46, se tiene el diagrama de caja para ruido diurno como se puede apreciar el stripchart nos grafica los valores como puntos amarillos, dado que estos no escapan de los límites, visualmente no se tendrían valores atípicos.

DIAGRAMA DE CAJA PARA RUIDO DIURNO

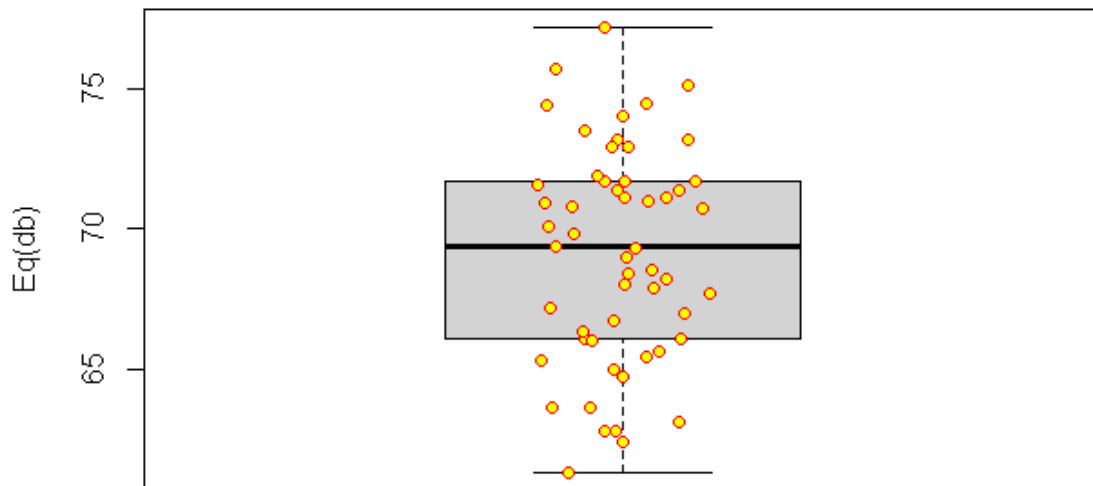


Figura 48. Diagrama de Caja para ruido diurno.

Fuente. Elaboración propia.

2.4.3. Análisis estructural de datos, semivariogramas.

Producto del módulo de Vario2 with pcf se obtuvo el semivariograma experimental, el cual se generó con un "lag spacing" o "lag size" igual a 90 y número de lags igual a 25, el cual se muestra la figura 45.

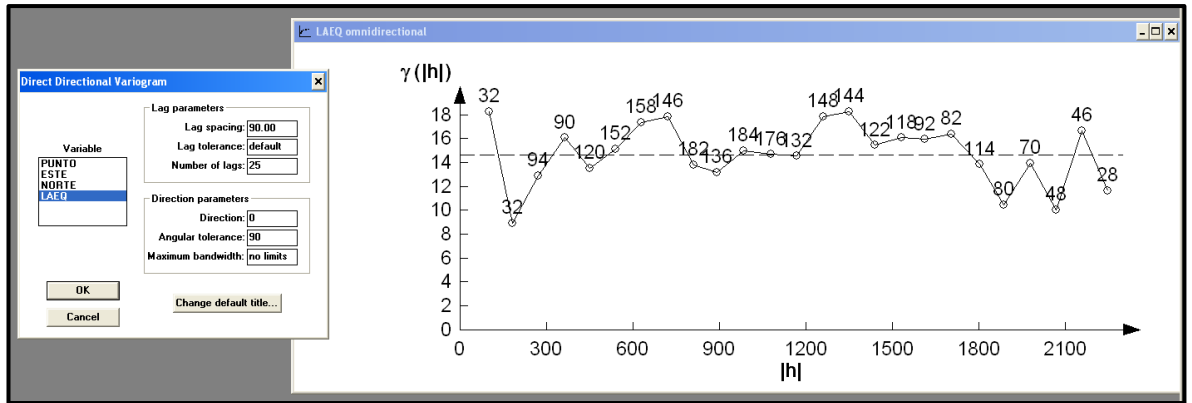


Figura 49. Semivariograma experimental.
Fuente: Elaboración propia.

Luego se procedio a analizar el semiovariograma con los modelos en el modulo Model:

Modelo Esferico. Se obtuvo el modelo esférico con los parametros resumidos en la tabla 6.

Tabla 6
Parámetros del Modelo Esférico.

Modelo esférico	
IGF	0.076835
NUGGET(PEPITA)	14.388
RANGE(RANGO)	1689.8
SILL(MESETA)	1.2245
LAG	90
NUMBER LAG	25

Fuente: Elaboración propia.

Estos mismos parámetros se pueden representar en la siguiente ecuación:

$$y(h) = \begin{cases} 14.388 + 1.2245 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{1689.8} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{1689.8} \right)^3 \right) & h \leq 1689.8 \\ \dots 14.388 + 1.2245 \dots & h > 1689.8 \end{cases}$$

De el modulo Model de variowin, se puede obtener la gráfica para el modelo esférico en la fig. 48.

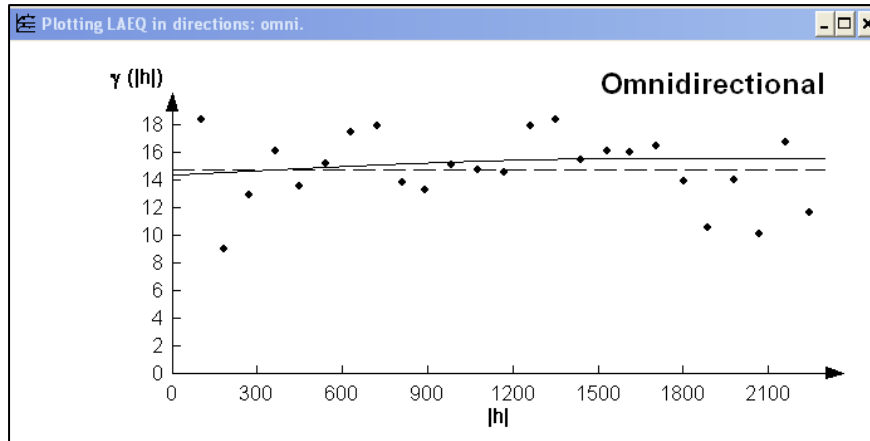


Figura 50. Variograma teórico modelo esférico.
Fuente. Elaboración propia.

Modelo exponencial. Se obtuvo el modelo exponencial con los siguientes parámetros resumidos en la tabla 7.

Tabla 7

Parámetros del Modelo Exponencial.

Modelo exponencial	
IGF	0.088049
NUGGET(PEPITA)	10.7145
RANGE(RANGO)	516.35
SILL(MESETA)	4.898
LAG	90
NUMBER LAG	25

Fuente: Elaboración propia.

Estos mismos parámetros se pueden representar en la siguiente ecuación:

$$\gamma(h) = 10.7145 + 4.898 \left(1 - e^{-\frac{3h}{516.35}} \right)$$

De el módulo Model de variowin, se puede obtener la gráfica del modelo exponencial en la fig. 49.

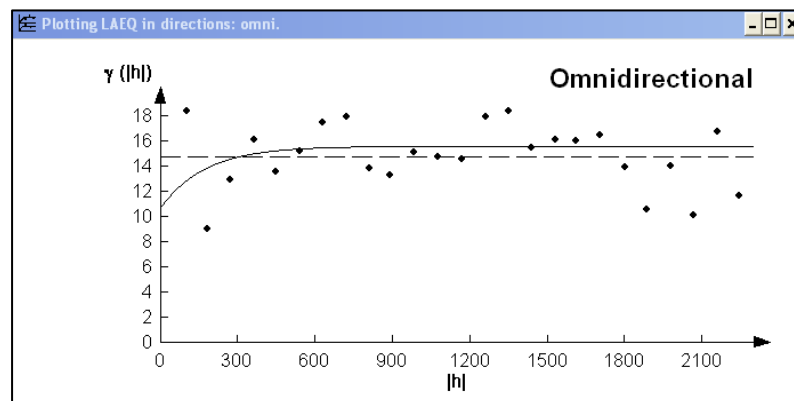


Figura 51. Variograma teórico modelo exponencial.
Fuente. Elaboración propia.

Modelo Gaussiano. Se obtuvo el modelo gaussiano con los parámetros resumidos en la tabla 8.

Tabla 8
Parámetros del Modelo Gaussiano.

Modelo gaussiano	
IGF	0.14477
NUGGET(PEPITA)	9.441
RANGE(RANGO)	863.95
SILL(MESETA)	7.12
LAG	90
NUMBER LAG	25

Fuente: Elaboración propia.

Estos mismos parámetros se pueden representar en la siguiente ecuación:

$$y(h) = 9.441 + 7.12 \left(1 - e^{-\frac{3h^2}{863.95^2}} \right)$$

De el módulo Model de variowin, se puede obtener la siguiente grafica de la curva para el modelo gaussiano en la fig. 50.

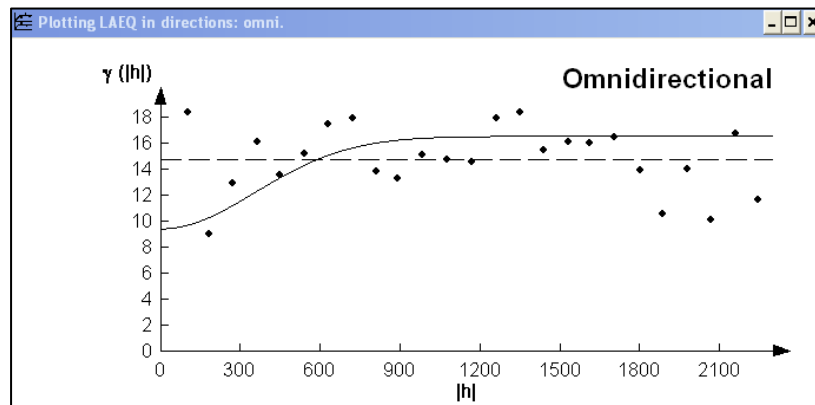


Figura 52. Variograma teórico modelo gaussiano.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.4. Predicción espacial.

Se usó el Kriggin ordinario en Arcgis para la generación de predicciones, y así generar las superficies de niveles de ruido (Anexo 5 Mapa de ECA de ruido). Dado que el menor IGF fue obtenido para el modelo esférico se procedió a usar sus parámetros.

Se resume en la tabla 9 los resultados de la predicción espacial, del análisis del área de las superficies de niveles de ruido por zonas:

Tabla 9.

Análisis de superficies de niveles de ruido por zonas.

ZONIFICACIÓN DE USO DE SUELO	PORCENTAJE TOTAL DEL ÁREA QUE SUPERA EL ECA	ECA DE RUIDO DIURNO (EN DB).
ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	100%	50
ZONA RESIDENCIAL	100%	60
ZONA COMERCIAL	45.36%	70

Fuente: Elaboración propia.

Además, se puede realizar el análisis por gráficos de barra cada zona. Comenzando por la zona de protección especial en la fig. 51, en esta se puede apreciar los niveles de ruidos en el eje horizontal, y el porcentaje del área total(m²) para el cual se realizó la interpolación. Siendo el que posee menor área 66db, y de mayor area 69db.

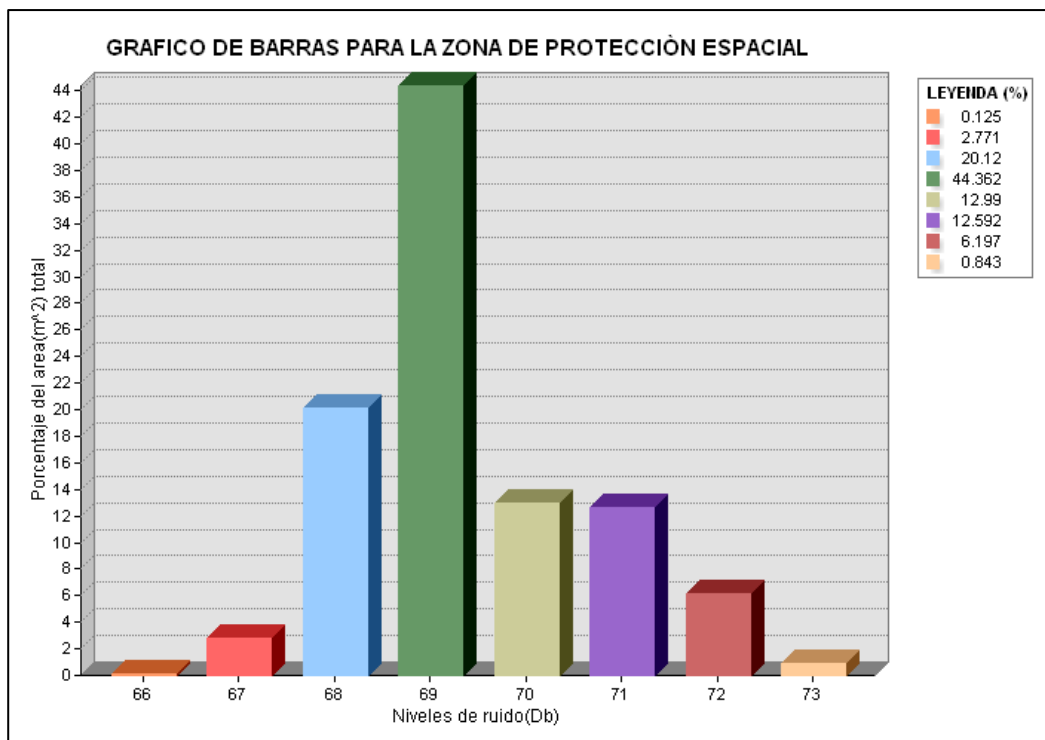


Figura 53. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona de protección especial.

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se realizó el análisis por gráfico de barras para la zona residencial de la fig. 52, en esta se aprecian los niveles de ruidos en el eje horizontal, y el porcentaje del área total(m²) para el cual se realizó la

interpolación. Siendo el nivel de ruido que posee menor área 73db, y de mayor área 69db.

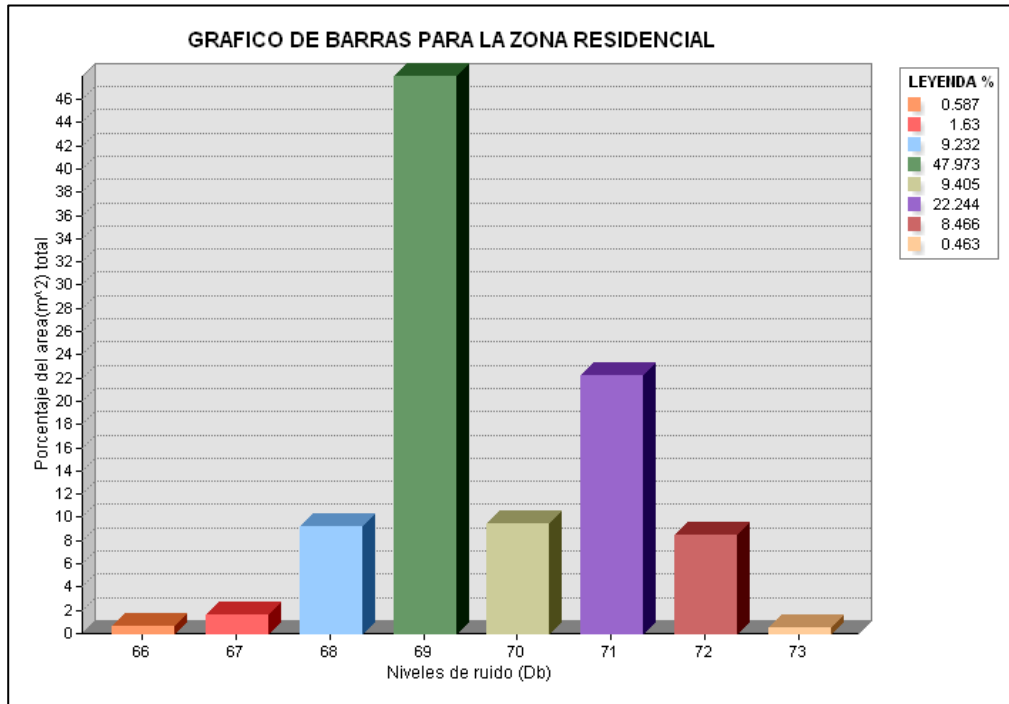


Figura 54. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona residencial.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se realizó el análisis por gráfico de barras para la zona comercial del porcentaje del área total vs niveles de ruido en la fig. 53. Siendo el nivel de ruido que posee menor área 73db, y de mayor área 71db.

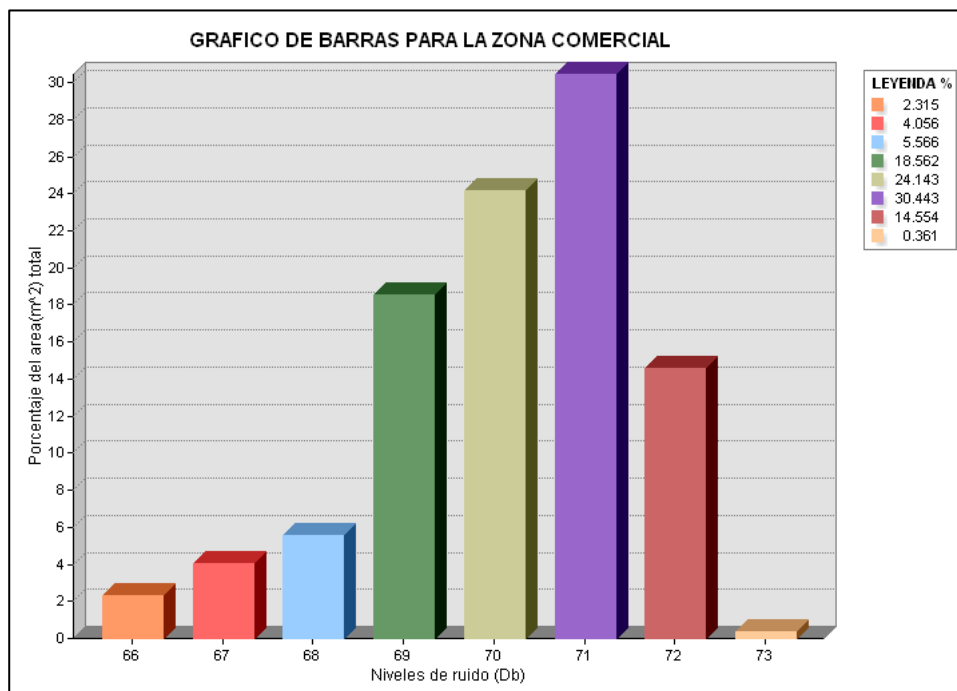


Figura 55. Gráfico de barras de los niveles de ruido vs porcentaje del área del total de la zona comercial.
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Del análisis estructural, se concluye que siendo el IGF de 0.14477 para el modelo gaussiano, IGF de 0.088049 para el modelo exponencial y IGF de 0.076835 para el modelo esférico, que el modelo esférico es el más eficiente para realizar el análisis de riesgo por ruido diurno por obtener el menor IGF.

Del resultado de la predicción espacial, se concluye que en las zonas residenciales los niveles de ruido diurno están por encima del ECA, lo cual implica riesgo. Asimismo, en las zonas de protección espacial los niveles de ruido superan en su totalidad el ECA, mientras que en la zona comercial se supera en aproximadamente un 45% del total.

Del gráfico de barras para la zona de protección especial, se puede concluir que el nivel de ruido predominante es de 69 Db con un 44% del área total, seguido de 68 Db y 70 Db. Asimismo, del gráfico de barras para la zona residencial, se puede concluir que el nivel de ruido predominante es de 69 Db con un 47% del área total, seguido de 71 Db. Finalmente, del gráfico de barras para la zona comercial, se puede concluir que el nivel de ruido predominante es de 71 Db con un 31 % del área total, seguido de 70 Db y 69 Db.

RECOMENDACIONES

La municipalidad de San Isidro destaca en la ordenanza 478 (MSI, 2018) la importancia de proteger, defender, conservar y mantener las áreas verdes, para mejorar la calidad ambiental de las diversas zonas del distrito. Existe evidencia de que las áreas tupidas de vegetación arbórea con hojas anchas y densas puede mitigar de manera considerable los niveles de ruido, de tal forma que el suelo de las mismas influye en las frecuencias bajas, y el cuerpo como son las ramas y corteza, repercute en las frecuencias altas (Posada, Arroyave, & Fernández, 2013). Por ello se recomienda el incremento de áreas de vegetación arbórea en los límites de las zonas de protección especial.

Otra recomendación para la reducción de los niveles de ruido, es el uso de paneles conformados por espuma de poliuretano expandible y tecnopor en los techos de los edificios de la zona residencial (Collazos, Flores, & Vargas, 2015). Además, ya que solo se poseen puntos de monitoreo de ruido en un área central del distrito, se deberían realizar en otras áreas, por ende, se debe incrementar el número de puntos de monitoreo de ruido o desplazar los mismos para obtener un mayor alcance.

Además, se recomienda realizar una encuesta en los siguientes trabajos de suficiencia profesional ligados a entornos urbanos afectados por la contaminación sonora, para evaluar el nivel de daño percibido por los habitantes del área en estudio. En el apéndice 6 se adjunta un modelo adaptado al distrito de San Isidro de encuesta aplicado en la provincia de Tacna. (Vargas U., 2019)

BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento de Elche, E. (18 de Diciembre de 2012). *Sistema de información sobre contaminación acústica (SICA)*. Obtenido de http://sicaweb.cedex.es/docs/planes/Fase2/Aglomeraciones/PAR_Elche.pdf
- Azañedo, J., & Guiliana, E. (2019). Evaluación de la contaminación sonora en el distrito de la esperanza, provincia de Trujillo durante el mes de marzo del 2019. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo, Peru.
- Chica-Olmo, M. (2005). La geoestadística como herramienta de analisis espacial de datos inventario forestal. *Actas de la reunion de inventario y teledeteccion forestal*, 49-51.
- Collazos, M. G., Flores, J. W., & Vargas, J. J. (2015). Evaluación del impacto sonoro para mitigar la contaminación sonora en una Institución Educativa, Lima. *UCV-SCIENTIA*, 19-26.
- Cruzado, C., & Soto, Y. (2017). Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo N°085-2003-PCM Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido realizado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2016. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental de la Universidad Peruana Union*. Tarapoto, Peru.
- Data Camp. (28 de Setiembre de 2020). *Stripchart*. Obtenido de RDocumentation: <https://www.rdocumentation.org/packages/graphics/versions/3.6.2/topics/stripchart>
- Delgado-Inga, O., & Martínez, J. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área. *MEMORIA XIV CONFERENCIA IBEROAMERICANA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*, (págs. 411-440). Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (2016 de Setiembre de 20). RM 262-2016-MINAM. *Lineamientos para la Elaboración de Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora*. Lima, Lima, Perú: Editora Perú.
- Diario Oficial del Bicentenario El Peruano. (24 de Octubre de 2003). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima, Peru: Editora Peru.
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (27 de Mayo de 2013). Ley 27972. *LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES*. Lima, Peru: Editora Peru.
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (1 de Agosto de 2013). Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM. *Protocolo Nacional de Monitoreo Ambiental*. Lima, Peru: Editora Peru.

- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (8 de Julio de 2015). Ordenanza N° 395-MSI. *Ordenanza que aprueba el Régimen de Aplicación de Sanciones Administrativas (RASA) y la Tabla de Infracciones y Sanciones Administrativas de la Municipalidad de San Isidro*. San Isidro, Lima, Peru: Editora Peru. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-aprueba-el-regimen-de-aplicacion-de-sanciones-ordenanza-n-395-msi-1264097-2/>
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (26 de Noviembre de 2015). Ordenanza N° 410-MS. *Establecen disposiciones de regulación, prevención y control de la contaminación sonora en el distrito de San Isidro*. San Isidro, Peru: Editora Peru.
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (21 de Agosto de 2017). Ordenanza N° 459-MSI. *Modifican la Ordenanza 410-MSI, que establece Disposiciones de Regulación, Prevención y Control de la Contaminación Sonora en el distrito, y la Ordenanza N° 395-MSI*. San Isidro, Peru: Editora Peru.
- Diario Oficial del Bicentenario el Peruano. (4 de Mayo de 2018). Ordenanza N° 478-MSI. *Ordenanza que reglamenta la conservación y gestión de las áreas verdes de uso público en el distrito*. Lima, Peru: Editora Peru.
- Digesa, D. G. (2011). <http://www.digesa.minsa.gob.pe>. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20Vigilancia%20de%20la%20Salud%20de%20los%20Trabajadores%20Expuestos%20a%20Ruido.pdf
- ESRI. (28 de Setiembre de 2020). *¿Qué son los datos ráster?* Obtenido de ArcGIS for Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- ESRI. (28 de Setiembre de 2020). *Qué es un shapefile*. Obtenido de ArcGIS for Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- Gallardo, A. (2006). Geostatística. *Ecosistema, Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 4-6.
- Giraldo, R. H. (2002). *Introducción a la Geostatística*. Colombia: Bogotá: Departamento de estadística. Universidad Nacional de Colombia.
- GNU. (2016). *El sistema operativo GNU*. Obtenido de <https://www.gnu.org/software/pspp/manual/pspp.pdf>
- Gordillo Gordillo, J. S., & Guaraca Ochoa, L. E. (Enero de 2015). Determinación de niveles de presión sonora (NPS) generados por las aeronaves, en el sector sur del aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Heimstra, F. S. (2020). *Sitio web del curso Psyc707 Sensation & Perception*. Obtenido de University of South Dakota: <http://apps.usd.edu/coglab/schieber/psyc707/pdf/AddedNoiseLevels.pdf>

- Huete-Morales, Quesada-Rubio, M. &, Navarrete-Alvarez, J.-M. &, Rosales-Moreno, E. &, & Maria-Jesus & Moral, M. (2014). Geostatistical analysis of the causes of environmental noise in Spain. *Environmental engineering and management journal*, 2507-2515.
- Long, M. (2014). Fundamentals of acoustics. En *Architectural Acoustics* (págs. 39-79). Oxford: Academic Press.
- Martínez Ll., J., & Peters, J. (2015). *Contaminación acústica, 3er ed.* Madrid: Ecologistas en Acción. Obtenido de https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf
- McMinn, t. (Noviembre de 2013). "Ponderación A, es la metrica que piensas que es? 1-4. Victor harbor, Australia: Australian Acoustical Society.
- Melinda, D. d., & McKillup, S. (2010). *Geostatistics Explained: An Introductory Guide for Earth Scientists*. Estados unidos: Cambridge University Press.
- Minam. (2012). *Web del SINIA*. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/download/file/59577>
- Molina, J. G., & Rodrigo, M. F. (2010). *Portal del departamento de matematicas de la Universidad de Sonora, Mexico*. Obtenido de [http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/InterpretacionMedidasForma.pdf](http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/InterpretacionMedidasForma.pdf)
- Moreno, A., & Martinez, P. (2005). El ruido ambiental urbano en madrid, Caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles*, 1. Madrid, España.
- MSI. (4 de mayo de 2018). Ordenanza que reglamenta la conservación y gestión de las áreas verdes de uso público en el distrito. *ORDENANZA N° 478-MSI*. San Isidro, Lima, Peru.
- MSI. (2020). *Informe via remoto N°006-2020-CSNT*. Lima.
- Naf Cortes, R. R. (2013). *Guia practica para el análisis y la gestión de ruido industrial*. Obtenido de <https://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/LIB.018%20-%20Guia%20Prac.%20Analisis%20y%20Gestion%20Ruido%20Ind.pdf>
- Orellana, L. (2001). *Portal del Departamento de Matemática de la universidad de buenos aires*. Obtenido de Portal del Departamento de Matemática de la universidad de buenos aires: http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf
- Parajuli, S. (2018). Noise Mapping of an Educational Environment: A Case Study of South Dakota State University (Mapeo de sonido de un ambiente educacional: Un caso de estudio en la Universidad del sur del estado de

- Dakota). *Tesis electronicas y disertaciones*. Brookings, Dakota del sur, Estados Unidos.
- Ponze, D., & Sierra, G. (2020). Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del distrito de Yanahuara. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental en La Universidad Católica de Santa María*. Arequipa, Perú.
- Posada, M. I., Arroyave, M. d., & Fernández, C. (2013). INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN LOS NIVELES DE RUIDO URBANO. *EIA*, 79-89.
- RAE. (2020). *Diccionario de la lengua española, 23.ª ed.* Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Restrepo, F. J. (2011). Valoración económica del ruido: una revisión analítica de estudios. *Semestre Económico*, 53-76.
- Ribbecca, S. (2020). *The Data Visualisation Catalogue*. Obtenido de Box and Whisker Plot: https://datavizcatalogue.com/methods/box_plot.html<https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/Tec2.pdf>
- S.A., C. A. (2009). *Audición y Lenguaje, explorando la comunicación humana*. Obtenido de <https://lenguajeyaudicion.wordpress.com/2011/08/30/%C2%BFque-es-un-plan-de-conservacion-auditiva/>
- Salazar, A. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Santiago de Chile, Chile.
- Servicios de capacitación virtual y análisis Actuarial y de datos disponible en toda Latinoamérica. (2020). *Seactuario*. Obtenido de <http://seactuario.com/ContMatematicas/PROBABILIDAD03.htm>
- SPSS FREE. (2020). Obtenido de Medidas de Distribución - Asimetría y Curtosis: <http://www.spssfree.com/curso-de-spss/analisis-descriptivo/medidas-de-distribucion-curtosis-asimetria.html>
- Universidad de Murcia. (27 de Setiembre de 2020). *Portal Web de la Universidad de Murcia*. Obtenido de <https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/Tec2.pdf>
- Vargas U., M. d. (4 de Julio de 2019). "Diagnóstico ambiental de ruido en la zona comercial e industrial de la provincia de Tacna". Tacna, Perú.
- Velasquez, A. P. (2014). *Repositorio Institucional de CENTROGEO*. Obtenido de <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/165/1/21-Analisis%20Estructural%20-%20%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>

Venables, W. N., Smith, D. M., & Team, R. C. (2019). *The R Project*. Obtenido de <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>

Wickham, H., & Stryjewski, L. (29 de Noviembre de 2011). *Academic portfolio*. Obtenido de <https://vita.had.co.nz/papers/boxplots.pdf>

ANEXOS

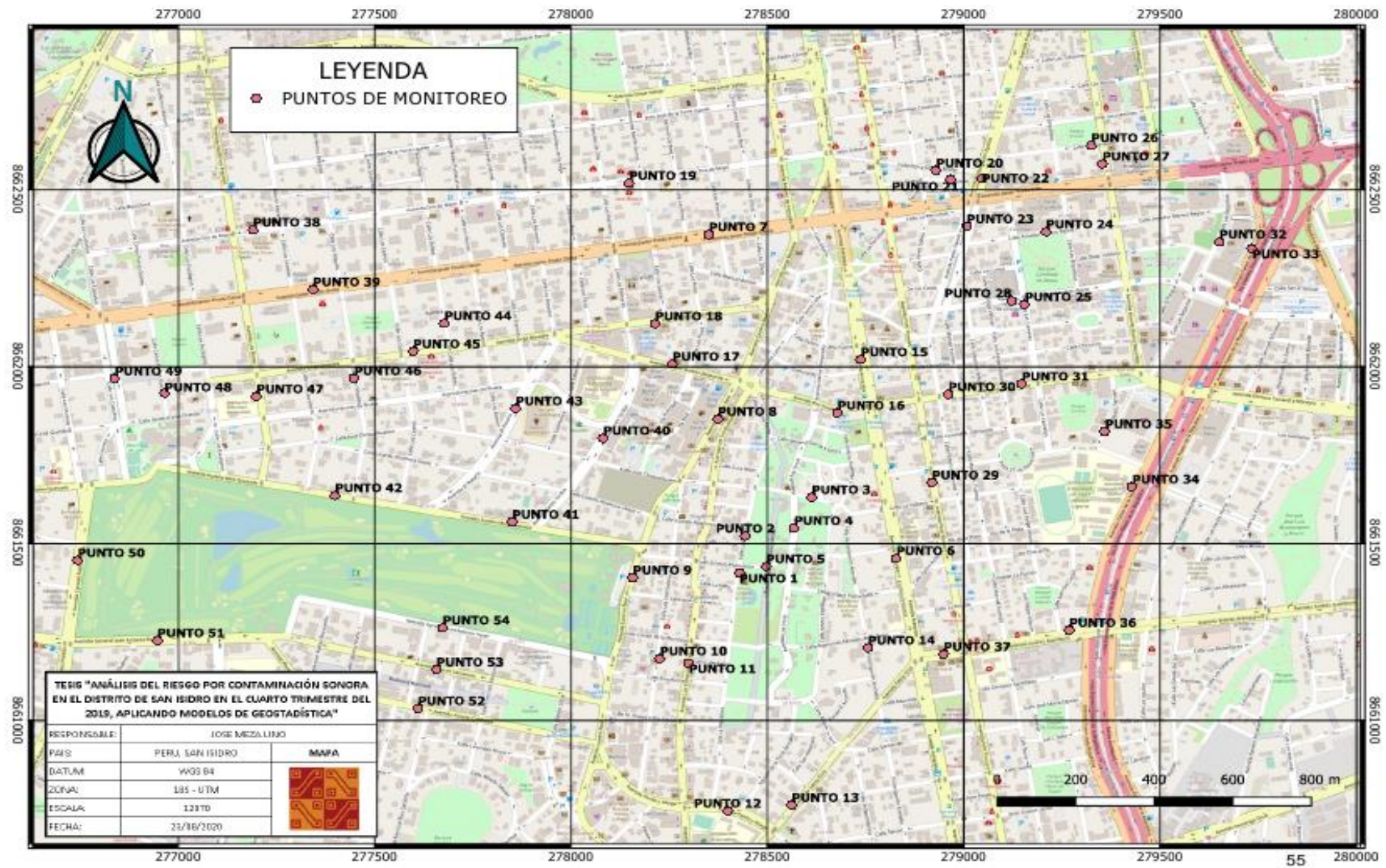
APENDICE 1. MATRIZ DE PUNTOS DE RUIDO

DIURNO	X	Y	ZONA	UBICACIÓN
1	278428.592	8661416.84	RESIDENCIAL	CALLE LA REPUBLICA 426
2	278443.837	8661522.38	RESIDENCIAL	CALLE LA REPUBLICA 272
3	278613.008	8661631.83	RESIDENCIAL	AV. CHOQUEHUANCA 390
4	278567.985	8661544.51	RESIDENCIAL	Av. LOS INCAS 355
5	278496.806	8661436.1	RESIDENCIAL	CRUCE DE HEMILIO HERNANDEZ CON CONSTANCIA BOLLAR
6	278827.833	8661459.16	RESIDENCIAL	AV. AREQUIPA 3520
7	278350.981	8662374.61	COMERCIAL	AV. JAVIER PRADO 445
8	278374.062	8661852.71	COMERCIAL	AV. CAMINO REAL 355
9	278157.636	8661404.44	COMERCIAL	AV. CAMINO REAL 751
10	278226.288	8661175.66	RESIDENCIAL	CALLE LOS LIBERTADORES 569
11	278299.771	8661161.44	COMERCIAL	AV. LOS CONQUISTADORES 750
12	278398.868	8660745.3	RESIDENCIAL	AV. PARDO Y ALIAGA 330
13	278562.148	8660761.54	COMERCIAL	AV. SANTA CRUZ 352
14	278756.225	8661206.09	RESIDENCIAL	PROLONGACIÓN ARENALES 420
15	278737.717	8662021.16	RESIDENCIAL	AV. AREQUPA 3030
16	278678.579	8661870.25	COMERCIAL	AV. PAZ SOLDAN 115
17	278258.258	8662008.43	COMERCIAL	CALLE VICTOR ANDRES BELAUNDE 214
18	278213.992	8662122.5	RESIDENCIAL	AV. JORGE BASADRE 536
19	278147.976	8662519.82	RESIDENCIAL	AV. DOS DE MAYO 649
20	278929.431	8662555.44	COMERCIAL	CALLE PERCY GIBSON 100
21	278966.434	8662530.09	COMERCIAL	CALLE VIRREY ABASCAL 259
22	279045.958	8662533.14	COMERCIAL	AV. PASEO PARODI 100
23	279007.314	8662397.22	RESIDENCIAL	AV. PASEO PARODI 387
24	279209.598	8662382.45	COMERCIAL	CALLE AMADOR MERINO REYNA 285
25	279155.15	8662177.2	COMERCIAL	CALLE LAS CAMELIAS 452
26	279324.882	8662626.55	COMERCIAL	CALLE LOS GERANIOS 258
27	279353.092	8662574.29	COMERCIAL	AV. RICARDO RIVERA NAVARRETE 2868
28	279122.462	8662187.1	COMERCIAL	CALLE CORONEL ANDRES REYES 256
29	278919.103	8661673.18	COMERCIAL	AV. PETIT THOUARS 3728
30	278960.982	8661922.85	COMERCIAL	AV. JUAN DE ARONA 305
31	279147.749	8661952.22	COMERCIAL	AV. JUAN DE ARONA 670
32	279650.752	8662353.9	COMERCIAL	CALLE LAS BEGONIAS 459
33	279734.655	8662333.97	COMERCIAL	AV. PASEO DE LA REPUBLICA 3000
34	279428.932	8661661.49	COMERCIAL	AV. PASEO DE LA REPUBLICA 3500
35	279359.744	8661817.64	COMERCIAL	CALLE AUGUSTO TAMAYO 180
36	279268.764	8661255.79	COMERCIAL	AV. ANDRES ARAMBURU 365
37	278948.723	8661187.97	COMERCIAL	AV. ANDRES ARAMBURU 181
38	277190.181	8662387.78	RESIDENCIAL	AV. DOS DE MAYO 1574
39	277342.724	8662219.09	RESIDENCIAL	AV. JAVIER PRADO OESTE 1440
40	278081.633	8661798.85	RESIDENCIAL	CALLE SANTO TORIBIO 210
41	277850.259	8661561.88	RESIDENCIAL	CALLE AURELIO MIRO QUEZADA 250

42	277398.708	8661637.24	RESIDENCIAL	CALLE AURELIO MIRO QUEZADA 540
43	277858.919	8661882.76	RESIDENCIAL	AV. EL ROSARIO 260
44	277677.011	8662123.53	RESIDENCIAL	CALLE LOS ROBLES 354
45	277597.806	8662044.01	RESIDENCIAL	AV. JORGE BASADRE 1175
46	277447.494	8661967.87	RESIDENCIAL	CALLE LOS NOGALES 444
47	277198.584	8661916.7	RESIDENCIAL	CALLE LAS FLORES 435
48	276964.633	8661926.76	RESIDENCIAL	CALLE CARLOS PORRAS OSORES 424
49	276837.846	8661967.3	RESIDENCIAL	CALLE LOS CASTAÑOS 410
50	276743.343	8661453.51	RESIDENCIAL	AV. CORONEL PORTILLO 220
51	276946.412	8661226.96	RESIDENCIAL	AV. GENERAL JUAN ANTONIO PEZET 1165
52	277609.843	8661034.96	RESIDENCIAL	AV. ALVAREZ CALDERON 530
53	277656.83	8661144.43	RESIDENCIAL	AV MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA 440
54	277672.829	8661262.78	RESIDENCIAL	AV. MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA 440

Fuente: Elaboración propia.

APENDICE 2. MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS



APENDICE 3. CARTA VIA REMOTO N°005-2020-1620-SGA-GDAS/MSI



Municipalidad
de
San Isidro

"Año de la Universalización de la Salud"

San Isidro, 13 AGO. 2020

CARTA VÍA REMOTO N° 005 -2020-1620-SGA-GDAS/MSI

Señor:

JOSÉ CARLOS MEZA LINO

Av. Gerardo Unger N°113

Ref.: Frente a la puerta N°03 de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

San Martín de Porres - Lima

Presente.

Asunto: Remisión de Informes Técnicos de monitoreo del ruido ambiental del distrito de San Isidro del 2019.

Ref. Pase Vía Remota N° 193-2020-0600-SG/MSI

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted a fin de saludarlo cordialmente, y a su vez comunicarle que, en atención al documento de la referencia, donde vuestra representada ha solicitado copia digital del tercer y cuarto informe trimestral de monitoreo de ruido ambiental del año 2019, y primer informe trimestral de monitoreo de ruido ambiental del año 2020.

Al respecto, con fecha 08.08.2020 se han remitido los informes trimestrales de monitoreo de ruido ambiental del año 2019 al siguiente correo mezalinoli@gmail.com a fin de cumplir lo solicitado. Asimismo, precisar que los informes de monitoreo de ruido ambiental del año 2020 no se han realizado por la coyuntura actual de Estado de Emergencia Sanitaria por sufre el país.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi consideración y estima personal.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO

HENRY A. TUPAC ESPIRITU
Subgerente de Gestión Ambiental

HATE/esnt

Fuente: Técnico ambiental de MSI, comunicación via e-mail con subgerencia de gestión ambiental, 25 de agosto 2020.

APENDICE 4. CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL SONOMETRO.

MAPA DE RUIDO.

 INACAL Instituto Nacional de Calidad Metrología	<h2>Certificado de Calibración</h2> <h3>LAC - 170 - 2018</h3>	
Laboratorio de Acústica	Página 1 de 9	
Expediente	102642	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas 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. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
Dirección	Calle Augusto Tamayo N° 180 - San Isidro	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	HANGZHOU AIHUA	
Modelo	AWA6228+	
Procedencia	NO INDICA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	103423	
Microfono	AWA14423	
Serie del Microfono	2229	
Fecha de Calibración	2018-11-05	
<p>Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.</p>		
Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Acústica
	 BILLY QUISPE CUSIPUMA	 LUIS PALMA PERALTA
2018-11-06	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología
<p>Instituto Nacional de Calidad - INACAL Dirección de Metrología Calle Las Canelas N° 817, San Isidro, Lima - Perú Telf. (01) 640-8820 Anexo 1501 Email: metrologia@inacal.gob.pe Web: www.inacal.gob.pe</p> <p>Puede verificar el número de certificado en la página: https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/</p>		

Fuente: Tecnico ambiental de MSI, comunicación via e-mail con subgerencia de gestión ambiental, 25 de agosto 2020.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LAC - 171 - 2018

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	102642	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones 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. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
Dirección	Calle Augusto Tamayo N° 180 - San Isidro	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	HANGZHOU AIHUA	
Modelo	AWA6228+	
Procedencia	NO INDICA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	103420	
Micrófono	AWA14425H	
Serie del Micrófono	20389	
Fecha de Calibración	2018-11-05	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Acústica
	 BILLY QUISPE CUSIPUMA	 LUIS PALMA PERALTA
2018-11-06	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

Fuente: Técnico ambiental de MSI, comunicación via e-mail con subgerencia de gestión ambiental, 25 de agosto 2020.

APENDICE 5. MAPA DE RUIDO

APENDICE 5. MAPA DE RUIDO.



APENDICE 6. MODELO DE ENCUESTA PARA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN LA POBLACIÓN.

ENCUESTA ANONIMA

La presente encuesta, tiene por finalidad evaluar la percepción del daño por la población de los vehículos livianos. Para ello le pediría contestar las siguientes preguntas. La información que nos proporcione es muy importante para el trabajo de investigación referido al tema, y se mantendrá de manera anónima su participación. Para un mayor entendimiento de los términos usados en esta encuesta definiremos algunos conceptos utilizados:

VEHICULOS LIVIANOS. Vehículos con un peso bruto de menos de 2.700 kg., excluidos los de tres o menos ruedas. Es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros, móviles particulares y comerciales. Unidades vehiculares conformados por automóviles particulares, taxis (station wagon), camionetas, minibús, combis, coaster, buses (ómnibus).

MAQUINARIAS: Actividad económica que consta del uso de máquinas movidas por una fuente de energía que transforman las materias primas y los recursos naturales en productos semielaborados o elaborados.

MARCA CON UN ASPA(X), SOLO UNA ALTERNATIVA A CADA PREGUNTA (Y LLENAR LA INFORMACION DE SER EL CASO)

Sexo : Edad :

PREGUNTAS

1. ¿Conoce usted lo que significa la contaminación ambiental causada por los vehículos livianos del distrito de San Isidro?

a) Si Conoce () b) No Conoce () c) Más o menos ()

2. ¿Experimenta el ruido frecuentemente en donde trabaja o reside?

a) Frecuentemente () b) A veces () c) Nunca ()

3. Del ruido que percibe ¿Lo ha afectado en sus actividades diarias?

a) Si () b) No ()

4. ¿Ha producido alguna alteración en su personalidad o en su estado físico o psicológico?

a) Si () b) No ()

5. ¿Considera usted que existen estudios suficientes y efectivos sobre el análisis del sistema de transporte público y la contaminación ambiental de los vehículos livianos en la ciudad de Tacna?

a) Si () b) No ()

6. ¿Qué sistemas u órganos del cuerpo humano piensa usted que son los más afectados por el excesivo ruido producido por los vehículos livianos?

a. El Aparato Auditivo ()

b. El Sistema Circulatorio ()

c. El Sistema Nervioso ()

d. Todos ()

e. Ninguno ()

7. ¿Conoce usted la normativa vigente respecto al Control de las Emisiones por Ruido?

a. Si () b. No () c. Más o menos ()

8. ¿Dónde cree usted que se concentra la mayor contaminación de emisiones de ruido producido por los vehículos livianos en el distrito de San Isidro?

a. Av. Paseo de la Republica ()

b. Av. Javier Prado ()

c. Av. Arequipa ()

d. Av. Petit Thouars ()

e. Otra Avenida (indicar nombre:)

f. Todas las anteriores

9. Cuando le molesta más el ruido?

a. Día ()

b. Noche ()

c. Día y noche ()

10. ¿Las medidas de prevención, seguimiento y control de la situación actual del sistema de transporte público, permitirá reducir el ruido de los vehículos livianos en San Isidro?

a) Si () b) No () c) En forma mínima ()

11. Emita usted algunas sugerencias (respecto al ruido que percibe en su localidad).

.....
.....

¡Muchas gracias por su colaboración!