



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPACTO DEL RUIDO DE TRÁFICO EN LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE
INMUEBLES ALEDAÑOS A LA EXTENSIÓN DE LA VÍA SIMÓN BOLÍVAR EN
EL TRAMO “CARAPUNGO - MITAD DEL MUNDO”

Autor

Carlos Andrés Aguas Jaramillo

Año
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPACTO DEL RUIDO DE TRÁFICO EN LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE
INMUEBLES ALEDAÑOS A LA EXTENSIÓN DE LA VÍA SIMÓN BOLÍVAR EN
EL TRAMO “CARAPUNGO - MITAD DEL MUNDO”

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Sonido y Acústica

Profesor Guía

Ph.D. Luis Alberto Bravo Moncayo

Autor:

Carlos Andrés Aguas Jaramillo

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.

“Declaro haber dirigido el trabajo, “Impacto del ruido de tráfico en la valoración económica de inmuebles aledaños a la extensión de la vía Simón Bolívar en el tramo “Carapungo-Mitad del Mundo””, a través de reuniones periódicas con el estudiante Carlos Andrés Aguas Jaramillo, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Luis Alberto Bravo Moncayo
Doctor en Ingeniería Acústica
CI: 171171060-6

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR.

“Declaro haber revisado este trabajo, “Impacto del ruido de tráfico en la valoración económica de inmuebles aledaños a la extensión de la vía Simón Bolívar en el tramo “Carapungo-Mitad del Mundo””, del estudiante Carlos Andrés Aguas Jaramillo, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Virginia Puyana Romero

Máster en Ingeniería Acústica

CI: 175898835-4

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE.

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes

Carlos Andrés Aguas Jaramillo

CI: 171418851-1

AGRADECIMIENTO.

A mis padres por haberme dado la vida y la conciencia de poder decidir hacer lo que amo por el resto de mi vida, sin importar las consecuencias.

DEDICATORIA

A mamá y mi pá que son unos guerreros, agradezco cada reto que para enseñarme me dieron ¡Sin ustedes no sería nada! Al lado de la palabra esfuerzo en el diccionario debería estar su cara.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo el análisis, simulación y valoración del impacto de ruido de tráfico proveniente de la extensión de la avenida Simón Bolívar (tramo Carapungo - Mitad del Mundo) en el precio de venta y renta de los inmuebles aledaños a la misma. En ese marco, la investigación realizada se basó en tres puntos fundamentales de ejecución: el sondeo y recolección de datos, la simulación y análisis de los mismo, y la valoración estadística final de los resultados.

En primera instancia, se realizaron actividades relacionadas a la recolección de información pertinente a los inmuebles de estudio. En este proceso se obtuvo su ubicación geográfica, disposición de terreno, factores puntuales de la vivienda así como el conteo de flujo vehicular y la tipificación de las vías de estudio. Consecuentemente, se realizó la simulación de un mapa de ruido mediante el software de simulación acústica CADNA-A, a partir de los datos viales recolectados, donde se refleja un valor de nivel estimado para cada receptor, a fin de relacionar posteriormente su influencia en el ámbito económico.

Finalmente, el análisis de resultados se formuló a través regresiones lineales multivariable utilizando el software R de análisis estadístico, resultado en una tabla de coeficientes en donde se aprecia el impacto porcentual de cada factor en el precio total del inmueble, ya sea de compra o de renta, según el barrio al que pertenezca. Así, se pudo cuantificar de manera económica la influencia del ruido de tráfico en cada uno de los recintos domiciliarios aledaños a la vía de estudio.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze, simulate and assess the impact of traffic noise from the extension of the Simón Bolívar avenue (Carapungo - Mitad del Mundo section) in the sale and rental price of the properties adjacent to it. Within this framework, the research carried out was based on three fundamental points of execution: the survey and data collection, the simulation and analysis, and the final statistical evaluation of the results.

In a first phase, activities related to the collection of pertinent study information were carried out. In this process, the geographical location, land disposition, specific factors of the dwelling as well as the vehicle flow count and the road classification were obtained. Consequently, a noise map was simulated using the CADNA-A acoustic simulation software, based on the collected road data, which reflects an estimated noise level value for each receiver, in order to subsequently relate their influence on the economic field.

Finally, the analysis of results was formulated through multivariable linear regressions using the software R of statistical analysis, which results in a chart of coefficients where the percentage impact of each factor in the total price of the property is appreciated according to each neighbourhood, either for rent or sale. Thus, the influence of traffic noise could be quantified in an economic way in each of the houses or dwellings adjacent to the road analyzed.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Marco referencial.....	6
1.3 Hipótesis.....	6
1.4 Alcance	6
1.5 Justificación	7
1.6 Objetivo General.....	7
1.7 Objetivos específicos.....	7
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Descriptores de ruido	8
2.1.1 Nivel de presión sonora	8
2.1.2. Nivel de presión sonora equivalente	8
2.1.3. Traffic Noise Index.....	9
2.2. Estadística inferencial	10
2.2.1. Regresión Lineal	10
2.2.2. Regresión lineal multivariable	11
2.2.3. Varianza residual	12
2.2.4. Coeficiente de determinación R² (Pearson)	12
2.3. Software	14
2.3.1. CadnaA.....	14
2.3.2. R Statistics.....	15
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Disposición geográfica.....	15
3.1.1. Identificación y valoración de inmuebles.....	18
3.1.2. Flujo Vehicular	20
3.2. Simulación de mapa de ruido.....	20
3.2.1. Tipificación de carreteras y flujo vehicular	21
3.3. Análisis estadístico	23
3.3.1. Regresión lineal multivariable en R.....	23

3.4. Evaluación cualitativa	23
3.4.1. Diseño de encuesta	23
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS	24
4.1. Interpretación de resultados	24
4.1.1. Malla de ruido y receptores.....	24
4.1.2. Formulación del modelo.....	26
4.1.1. Influencia del ruido en el precio de renta	27
4.1.2. Influencia de ruido en precio de venta	37
4.2. Resultados perceptivos	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. Conclusiones.....	44
5.3. Recomendaciones	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	50

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Organización de Naciones Unidas, promueve y rectifica en su plan “17 pasos para transformar nuestro mundo”, que la salud y bienestar de cada ser humano es un derecho fundamental para el desarrollo de sociedades prósperas (informe general Naciones Unidas, 2015). Si bien hace énfasis en la integridad corporal como eje referencial a la salud, el bienestar, según el Diccionario de la Real Academia Española, se define como el “estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica”.

Este estudio considera sólo una dimensión del bienestar, la cual tiene que ver con las características y condiciones de la vivienda, en la cual el ser humano desarrolla su recreación personal durante largos periodos de tiempo. Resalta el hecho de que, el bienestar en vivienda medido a través de los funcionamientos intrafamiliares no es directamente observable, por lo que es necesario concebirlo como una variable que se mida mediante varios factores. En esta descripción de variables se estipula la accesibilidad a servicios básicos, la espacialidad en comparativa con el número de integrantes del núcleo familiar, y en menor pero notable consideración, el ruido al que se encuentra expuesto dicho inmueble (Cárdenas y Noguera, 2012).

En términos de relación bienestar-ruido, el Libro VI Anexo 5 del “Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente” (TULSMA) referente a “Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones”, estipula los valores permisibles de exposición al ruido con respecto a distintos tipos de usos del suelo, incluyendo zonas residenciales, así como la consideración y definición de toda la terminología necesaria para interpretar los valores ahí expuestos (TULSMA, 2015).

Tabla 1.

Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido.

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVELES MAXIMOS DE EMISION DE RUIDO PARA FFR NPS LK _{eq} [dB]	
	DE 07H01 A 21H00 HORAS	DE 21H01 A 07H00 HORAS
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agricol Residencial (AR)	65	55
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Quando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizara el LK_{eq} más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2</p> <p>LK_{eq} para este caso: Diurno 55dB y Nocturno 45dB</p>	

Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo lleva a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.
--	---

Tomado Ministerio de Ambiente, 2015.

El uso del suelo juega un papel significativo en la influencia de ruido sobre el mismo. El tipo de edificación que se levante a partir del tipo de actividad que se registre deberá cumplir con parámetros acústicos básicos, y estos suelen evaluarse previamente a cualquier proceso (Portela, 2010).

Sin embargo, dentro del contexto de los valores expuestos, no se tiene una apreciación sustancial de la influencia que tiene el ruido como factor modificador del bienestar personal. A pesar de esto, estos valores exhiben rangos de trabajo en los cuales se puede limitar la influencia de ruido para cada tipo de suelo, como medida preventiva al momento de realizar inversión para construcción o para la mejora acústica de un recinto ya adquirido (Domenech, 2006).

Un estudio realizado el 2009 en la Universidad de Palermo, afirma que el 93% de los encuestados de un total de 400 personas distingue el ruido de tráfico o vehicular entre todo el espectro sonoro que existe en el plano residencial. A su vez se representa la cantidad y calidad del conocimiento que muestran los encuestados sobre su propio entorno acústico, en donde el 64% dicen conocer los efectos de la influencia de ruido, de los cuales el 22% nombran al estrés como primer síntoma de la exposición, el 18% mencionan pérdida de sensibilidad auditiva y el 18% restante asegura alteraciones psicológicas como fatiga, mareo y demás (López y Navilla, 2009).

El Libro VI Anexo 5 de la TULSMA también estipula, si bien no de manera directa en relación al ruido de tráfico vehicular permisible, los valores máximos de emisión puntual de cada uno de los tipos de vehículos motorizados,

clasificados de acuerdo a su capacidad por centímetro cúbico así como su peso en general (TULSMA, 2015).

Tabla 2.

Nivel de presión sonora máximo en función del tipo de vehículo.

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
Vehículos de Carga:	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81

Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas	86
Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

Tomado de Ministerio de Ambiente, 2015.

Una publicación realizada por el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de Barcelona, demuestra que existe una correlación directa, aunque subjetiva, entre la valoración económica estipulada para ciertas zonas residenciales versus la cantidad de ruido a la que se ven expuestos. Esta publicación entregó resultados en los que el 71% de personas encuestadas, de un total de 207, afirma que el aislamiento acústico, ya sea propio de la vivienda o instalado posteriormente, aumenta su coste en comparación a no tener aislamiento alguno. A su vez, el 18% considera como opción abandonar su vivienda por motivos de ruido, contra un 82% que prefiere pagar menos por una vivienda en estas condiciones. De igual manera la mayoría de respuestas ratificaron que existe una relación influyente entre la cantidad de ruido con el valor de la vivienda, dándole mayor peso económico a ubicación geográfica de la propiedad, oferta de servicios, etc. (Daumal y Gortari, 2002).

Así mismo, se conoce que en España existe legislación que influye en el diseño acústico de edificios residenciales, y en ella se estipulan valores y condiciones iniciales del ambiente acústico que deben poseer dichos recintos previos a su construcción. A diferencia de en otros sitios, se considera mediante normativas constructivas, que el ruido es un factor influyente previo al diseño de edificaciones, y en todos los casos debe tomarse como uno de los puntos de partida del diseño (Portela, 2009).

A pesar de no existir normativas de construcción en función de acústica ambiental, como en otros países, la valoración subjetiva de inmuebles debido a este factor es un hecho real. Una publicación realizada por la Universidad Autónoma de Occidente, refleja el concepto de economía ambiental, que hace referencia a nuestra percepción financiera del medio en el que residimos, trabajamos, etc. Este estudio describió resultados en los cuales la valoración

de ruido de tráfico en cuanto a influencia económica para una vivienda está en segundo lugar después de los servicios básicos. Este documento lo describe en forma general, pero la define como un factor limitante al momento de una valoración inmobiliaria (Martínez, 2005).

1.2 Marco referencial:

Los conjuntos habitacionales “Urbanización de Liga”, “El Dorado”, “La Pampa” al igual que zonas residenciales del sector Calderón “Pelícanos”, “Jardines de Carcelén”, “Carapungo”; constituyen algunos de los conjuntos de viviendas ubicadas en el sector extremo norte de la ciudad de Quito. Estas urbanizaciones se establecieron hace aproximadamente 30 años como una opción económica de vivienda en el sector, y fueron siempre recomendadas en el campo inmobiliario por su tranquilidad y distanciamiento de la zona urbana.

Desde el año 2014 se ha venido construyendo la expansión de la vía Av. Simón Bolívar, desde el sector de Carapungo hasta la Mitad del Mundo. El flujo vehicular en la misma ha sido parcial en función del avance de la construcción.

El presente estudio recopila información que permite realizar modelos de regresión estadística en los cuales se pueda valorar de manera puntual el impacto económico del ruido de tráfico en el precio de venta y renta de los inmuebles.

1.3 Hipótesis:

La extensión de la Av. Simón Bolívar, representará un mayor flujo de tráfico para los sectores involucrados en dicha extensión. La presencia de ruido de tráfico representará un impacto negativo en el precio de venta y renta en los inmuebles aledaños a la vía.

1.4 Alcance:

El alcance de este trabajo de investigación abarca la medición y valoración de ruido de tráfico aledaño a los conjuntos residenciales localizados en la extensión de la Av. Simón Bolívar, empezando desde el redondel de

Carapungo (parroquia Calderón) hasta el extremo norte en el redondel de Maresa (parroquia San Antonio).

Dicha investigación incluye la estimación de ruido de tráfico, mediante simulaciones de flujo vehicular y tipificación de calles de todo el sector de estudio, la valoración subjetiva real de los dueños de los inmuebles al momento de vender o alquilar su propiedad enfocándose netamente en la afectación de ruido, y la correlación de este factor versus el resto de determinantes inmobiliarias al momento del análisis estadístico.

1.5 Justificación:

A partir de esta investigación, se valora de manera económica el impacto real de ruido de tráfico tanto en compra-venta, como alquiler de inmuebles expuestos a un cambio de ambiente sonoro. Con esto se puede fijar una base para distintas investigaciones y valoraciones futuras de manera más exacta.

Además, la activación de la vía en cuestión representa una mejora considerable en la vialidad de los sectores aledaños, motivo por el cual la plusvalía de los inmuebles así como el precio de alquiler se verán afectados de manera directa. Por esta razón, es necesario un estudio que valore y cuantifique el impacto económico que representa el ruido de tráfico a las zonas residenciales, y se identifique si su influencia es positiva o negativa.

1.6 Objetivo General

Evaluar el impacto económico del ruido de tráfico causado por la extensión de la Av. Simón Bolívar, la cual conecta los sectores de Carapungo y la Mitad del Mundo, con respecto a la valoración de inmuebles domiciliarios aledaños a dicha vía.

1.7 Objetivos específicos

- Diseñar y ejecutar una encuesta del mercado inmobiliario del sector, que se enfoque en factores tales como la superficie de construcción, número de habitaciones del domicilio, accesibilidad a un parqueadero, etc. A su

vez, consultar con los propietarios precios de venta y renta para cada inmueble, al igual que la percepción subjetiva del ruido y su influencia en dichos precios.

- Realizar conteo de vehículos durante el día para cada tipo de carretera existente en el área de estudio, así como la tipificación de las mismas
- Realizar la simulación de un mapa de ruido basado en modelos predictivos de acuerdo al flujo vehicular de las vías de estudio.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Descriptores de ruido

2.1.1 Nivel de presión sonora

Describe la magnitud de presión que representa un sonido en un medio físico. Al encontrarse los valores de presión para sonidos audibles en rangos extremadamente pequeños, se comprimen en una escala denominada “decibeles” (Miyara, 2004).

Están definidos mediante la siguiente ecuación matemática:

$$NPS = 20 * \log \frac{P}{P_{ref}}$$

(Ecuación 1)

Donde “*P*” hace referencia al nivel de presión sonora eficaz (RMS) del sonido, “*P_{ref}*” a la presión de referencia para el aire, que equivale a 0,00002 Pascales. Este valor se estipula debido a ser la mínima presión sonora audible a 1000 Hz (Long, 2006).

2.1.2. Nivel de presión sonora equivalente

El NPS equivalente se refiere a la media energética de varios valores de presión sonora existentes durante un determinado periodo de tiempo (Figura 1). Puede considerarse como el nivel constante de igual valor energético que el espectro frecuencial sonoro evaluado. Se abrevia con las siglas *Leq*.

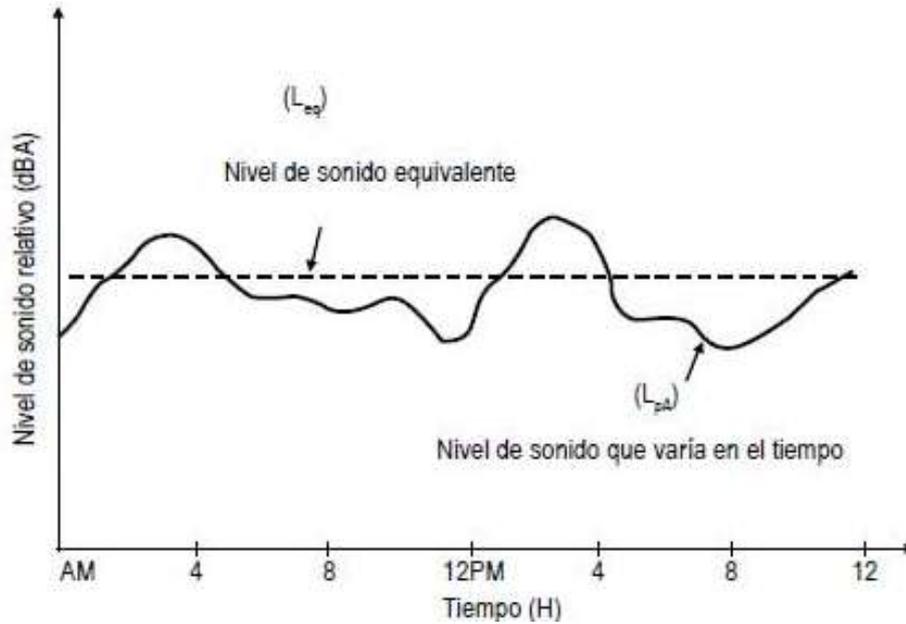


Figura 1. Representación nivel instantáneo (acontecimiento puntual) y continuo equivalente (todo el espectro de tiempo).

Tomado de Inercoacústica, s.f.

El denominada LA_{eq} se refiere al NPS equivalente ponderado en denominación A. La ecuación matemática para el cálculo del mismo es la siguiente:

$$LA_{eq} = 10 * \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\left(\frac{LA_{eq} T_i}{10}\right)}$$

(Ecuación 2)

Donde “N” representa el número de intervalos que conforman el tiempo total de análisis (en el caso de que el tiempo de estudio no sea continuo), y “ $LA_{eq} T_i$ ” cada valor de nivel de presión sonora equivalente por intervalo (Long, 2006).

2.1.3. Traffic Noise Index

El ruido de tráfico hace referencia a todo el espectro sonoro molesto que produce la fluctuación de cualquier tipo de vehículos a motor. Principalmente se

asocia al ruido que producen automóviles livianos y pesados, así como motocicletas que circulan de manera periódica por una o varias calles.

El impacto real que tiene el ruido de tráfico en una población en específico puede ser cuantificado directamente por el “Traffic Noise Index” (TNI). Este es un descriptor directo de la insatisfacción humana cuantificable frente al ruido de tráfico. Puede describirse mediante la siguiente fórmula:

$$TNI = 4 * (L10 - L90) + L90 - 3$$

(Ecuación 3)

En donde L10 y L90 describen el nivel de presión sonora para el percentil 10 y 90 de las muestras en un intervalo específico de tiempo. Es decir, L90 representa el valor de presión que supera el 90% del tiempo de medición, mientras que el L10 el valor de presión que supera solo el 10% del tiempo de medición. (Inyang, 2009)

Se considera efectiva esta valoración ya que el L10 representa un nivel promedio de valores pico de ruido, y el L90 representa un nivel promedio de ambiente sonoro (Donovan, 1974).

2.2. Estadística inferencial

2.2.1. Regresión Lineal

La gran mayoría de evaluaciones estadísticas requiere de la estimación de relación existente entre dos o más variables, centrándose en una ecuación matemática que correlacione una variable específica con otras que contengan algún tipo de información inherente a la primera.

En 1755 en Roma, Boscovich y Christopher estaban a cargo de medir la longitud del arco meridiano que pasaba por la ciudad. Boscovich formuló un modelo para relacionar los datos pertinentes a ambas variables de estudio, definidos como “regresiones elementales”. Casi una década después fueron

optimizadas por Laplace, y definidas como “regresiones lineales” (Galindo, 2011).

Se considera a la regresión lineal simple, como un modelo matemático utilizado para estimar la dependencia existente de una variable con respecto a otra no dependiente, de un conjunto de muestras finito. La ecuación matemática a la que obedece este descriptor es la siguiente:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

(Ecuación 4)

En donde:

y representa la variable a modelar, entiéndase la variable *dependiente*; x representa la variable modeladora, entiéndase variable *independiente*; ε representa el componente aleatorio para error; β_0 y β_1 representan el punto de corte y pendiente de la recta respectivamente.

2.2.2. Regresión lineal multivariable

En la mayoría de casos, a pesar de que existen muchos que se apeguen al modelo simple de análisis estadístico, es mucho más común que la variable en estudio dependa de otros factores o variables predictoras de la misma.

El hecho de utilizar más variables explicativas del fenómeno de estudio, resultará en un modelo mucho más apegado al fenómeno, y consecuentemente una estimación de resultados más precisas. La ecuación matemática que representa el modelo es la siguiente:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon$$

(Ecuación 6)

Para este caso, los parámetros β_j , $j = 0, 1, 2, \dots, i$ se definen como “coeficientes de regresión”; ε representa el error típico del modelo. Dichos parámetros son

los encargados de definir nuestro modelo, y deben ser calculados. Para realizar el cálculo de dichos coeficientes se debe tomar en cuenta que la sumatoria de los cuadrados de valores estipulados respecto a los pronosticados sea mínima, a fin de minimizar la *varianza residual* (Abuín, 2007).

2.2.3. Varianza residual

La varianza (σ^2) es un descriptor estadístico el cual indica de manera general qué tan dispersos se encuentran los valores de la variable aleatoria de estudio, en cuanto a la media de cálculo de un modelo en general.

La varianza residual, no es más que la interpretación de la varianza para el modelo de regresión lineal multivariable. En este caso resulta a partir de la sumatoria de los cuadrados de las diferencias de los valores modelados en la regresión, divididos por el tamaño total de la muestra (Abuín, 2007).

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2$$

(Ecuación 7)

La precisión de la varianza con respecto al modelo utilizado, se estipula mediante otro descriptor conocido como *coeficiente de determinación* (R^2). y_i representa cada coeficiente de nuestro modelo original, y \bar{y} representa los valores estimados mas cercanos en la dispersión de datos, que obedece al modelo $Y=a+bX$.

2.2.4. Coeficiente de determinación R^2 (Pearson)

Este descriptor es utilizado en modelos estadísticos de regresión como herramienta de predicción de resultados futuros, o en su defecto, para la comprobación de una hipótesis. A su vez el coeficiente determina la calidad del modelo con respecto a sus resultados, y expresa la fuerza de la relación que existe entre las variables independientes y la dependiente (Galindo, 2011).

El valor del coeficiente se calcula de la siguiente manera:

$$R^2 = \frac{VE}{VT}$$

(Ecuación 8)

$$VE = \frac{1}{I - 1} \sum_{i=1}^I n_i (\bar{y}_i - \bar{y} \dots)^2$$

(Ecuación 9)

$$VT = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y} \dots)^2$$

(Ecuación 10)

Donde VE representa la varianza explicada (para nuestro caso equivale a la varianza residual) y VT la varianza total. Al ser un coeficiente resultante de sumatoria de cuadrados, deberá ser siempre positivo.

Un R^2 de valor 1 representa un ajuste lineal perfecto, debido a que $VE = VT$, lo que significa que el modelo interpreta de manera perfecta la varianza total de la variable dependiente. De igual manera el valor de coeficiente 0 supone que el modelo no representa en absoluto la varianza de la variable (Martínez, 2005).

Como se muestra en la Tabla 3., cuando el valor del coeficiente de Pearson es mayor a 0.85, significa que las correlaciones entre variables son altas, y que el modelo es altamente preciso (Taucher, 1997).

Tabla 3.

Intervalos de valor y su clasificación para el coeficiente de determinación R^2 .

Menor de 0.3	0.3 a 0.4	0.4 a 0.5	0.5 a 0.85	Mayor de 0.85
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente

2.3. Software

2.3.1. CadnaA

Es considerado el estándar a nivel mundial en lo que refiere a software de modelización y cálculo de ruido ambiental, principalmente aéreo y de tráfico. Utilizado en proyectos de pequeña y gran escala, permite utilizar una interfaz única a lo largo del desarrollo del proyecto sin separación modular, y de fácil aprendizaje para los usuarios principiantes (DataKustik, 2018).

El principio funcional de operación de este software se basa en la tipificación de fuentes de ruido a lo largo de una base geográfica determinada (Figura 2). Se estipula el tipo de fuente de ruido existente, ya sea puntual o continua, y se limita la sección de espacio a estudiar con el fin de simular un mapa de ruido.

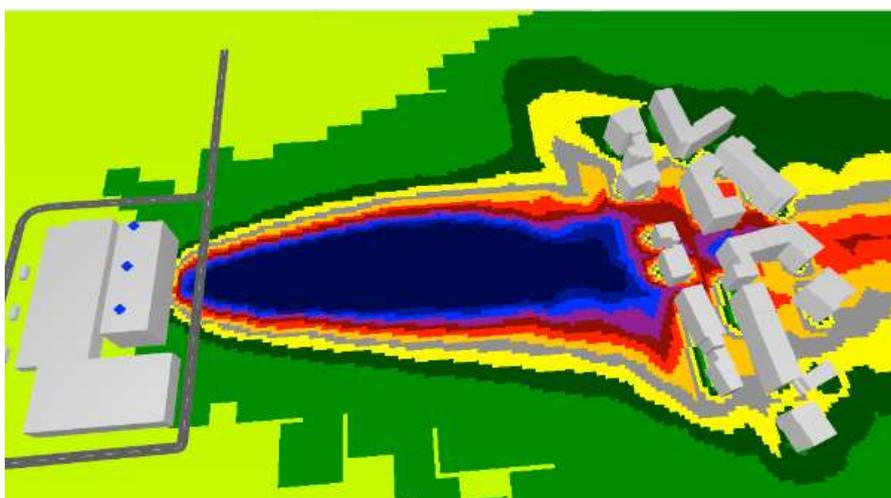


Figura 2. Simulación tipo de mapa de ruido en CadnaA.

Tomado de Datakustic s.f.

Una vez realizada la simulación, se obtienen valores de nivel de ruido para todo el espacio geográfico en cuestión. Si se desea conocer niveles puntuales de ruido para un punto en específico, se marcan receptores en el espacio deseado y así pueden analizarse de forma específica las características del ambiente sonoro bajo estudio.

2.3.2. R Statistics

“R” es un software y lenguaje de programación exclusivo para computación y graficación de cálculos estadísticos. Es un software libre considerado una evolución del lenguaje “S” enfocado al desarrollo de procesos matemáticos elementales. Este software provee una extensa selección de algoritmos de cómputo y análisis lineal y no lineal, así como la ilustración y ploteo de los mismos. Una de sus principales ventajas es el hecho que permite realizar gráficos de alta calidad y sumamente descriptivos, así como informes completos de los procesos realizados en la interfaz (R-project, 2018).

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este estudio, se utilizó metodología cualitativa y cuantitativa a lo largo del tiempo en que se realizó el estudio.

El método cuantitativo se aplicó en la recolección de datos estadísticos puntuales referentes a los inmuebles y sus factores de influencia en la valoración económica, el conteo de flujo vehicular correspondiente a las carreteras en estudio, la tabulación de datos necesaria para la simulación del mapa de ruido del sector y el análisis de los datos de nivel de ruido en los receptores. De igual manera, la metodología cualitativa se utilizó mediante encuestas para evaluar la valoración subjetiva de los propietarios del impacto del ruido en el valor real de su propiedad.

3.1. Disposición geográfica

El día 6 de mayo de 2013, se inauguraron oficialmente los trabajos relativos a la construcción de la extensión de la vía “Simón Bolívar”. Valorada en 130

millones de dólares y con una longitud de 21.3 km, esta nueva vía, ampliación de una de las vía expresas más grandes de la ciudad de Quito (Figura 4), abarca desde el redondel de “La Bota” en Carapungo, hasta el redondel “Maresa” ubicado en el final de la Av. Manuel Córdova Galarza en la parroquia San Antonio (PAC, 2013).

Esta nueva vía está construida a través de tres parroquias del sector norte del Distrito Metropolitano de Quito: Calderón, Pomasqui y San Antonio de Pichincha (Figura 3). Se estima que cada parroquia tiene alrededor de 30.000 habitantes según el último padrón electoral registrado en el presente año.



Figura 3. Mapa político de las parroquias del DMQ.
Tomado de Instituto Geográfico Militar (IGM) s.f.

3.1.1. Identificación y valoración de inmuebles

En este apartado se realizó como trabajo de campo, el sondeo e identificación de las propiedades a lo largo de la vía que estuvieran en condiciones de venta o alquiler. Se dibujaron dichos domicilios en un mapa con la ubicación geográfica y a su vez se clasificó los mismos por sectores de acuerdo a su localización.



Figura 5. Muestra de identificación de domicilios en venta o renta.

Adaptado de Google Maps, s.f.

Como se aprecia en la Figura 5 apoyados en el mapa con vista satelital de Google Maps, se realizó un barrido muestral desde el extremo norte de la extensión, hasta el extremo sur ubicado en Carapungo. En este barrido se censaron todos los domicilios que exhibían publicidad de venta o renta, y se les

dio un marcador específico en el mapa y una clasificación por el barrio o ciudadela a la que pertenecían.

Se identificaron 15 sectores residenciales: La Liga, La Pampa, Mango Inga, El Dorado, Marieta de Veintimilla, El Común, Ciudad Bicentenario, La Unión, Los Eucaliptos, Simón Bolívar, Urabá, El Olivar, Jardines de Carcelén, Los Pelícanos, Los Cóndores. Se tabuló cada marcador en correspondencia, como se muestra en la Figura 6.

Simultáneamente, se realizó la evaluación y censo de características inmobiliarias y se estipularon 9 categorías al momento de las encuestas:

- Superficie de terreno (construido y no construido)
- Número de habitaciones
- Número de baños
- Número de pisos (plantas)
- Antigüedad del inmueble
- Acceso a parqueadero
- Precio de venta
- Precio de renta

ID	SUPERFICIE (m ²)		Nº HABITACIONES	Nº BAÑOS	Nº PISOS	EDAD (años)	PARQUEADERO	PRECIO (DÓLARES)	
	CONSTRUIDO	NO CONSTRUIDO						RENTA	VENTA
LIGA01	350	100	4	3	2	23	1	500	150000
LIGA02	380	80	5	4	2	18	1	550	165000
LIGA03	180	120	3	2	2	9	1	400	125000
LIGA04	160	60	4	2	2	18	0	300	100000
LIGA05	340	60	5	3	2	20	1	600	180000
LIGA06	220	180	3	2	2	5	1	400	140000
LIGA07	180	160	3	2	2	22	0	350	135000
LIGA08	200	450	5	4	3	22	1	400	180000
LIGA09	220	140	4	2	2	15	1	400	160000
LIGA10	450	40	5	4	2	12	1	600	200000
LIGA11	180	80	3	2	2	20	0	300	125000
LIGA12	230	140	4	2	2	18	0	450	155000
LIGA13	180	120	3	2	1	22	1	300	140000
LIGA14	300	120	5	4	3	24	1	600	175000
LIGA15	250	40	4	3	2	15	0	500	165000
LIGA16	200	20	4	3	3	20	1	450	140000
INGA01	450	250	4	2	2	18	1	700	275000
INGA02	300	750	4	3	2	25	1	600	300000
INGA03	240	60	3	2	1	20	0	400	120000
INGA04	400	150	4	3	2	15	1	600	200000
INGA05	180	120	3	2	2	25	0	450	140000
INGA06	200	0	3	2	2	10	1	400	130000
INGA07	200	0	3	2	2	10	1	400	130000
INGA08	240	0	4	2	2	10	1	450	145000

Figura 6. Muestra de tabla de recolección de datos a inmuebles.

3.1.2. Flujo Vehicular

A diferencia del proceso de recolección de datos, este procedimiento se realizó en la fecha 14 de abril del 2018 debido a que ese día la vía habilitó operación en su totalidad, permitiendo la circulación normal de vehículos en toda su longitud.

El muestreo de vehículos se realizó en periodos de 15 minutos durante un total de 5 días no consecutivos, y posteriormente se extrapolaron estos conteos a periodos de una hora. Se contabilizó el total de vehículos livianos y pesados que circulaban por los distintos tipos de calles en el periodo diurno (Figura 8). Si bien no se pudo abarcar por completo las calles existentes por cuestiones de tiempo, se realizó una media aritmética de todos los datos obtenidos y se fijaron valores de circulación por hora para cada tipo de calle.

DIA	TIPO	(8:00-9:00)	(9:00-10:00)	(10:00-11:00)
16/04/2018	LIVIANOS	21	26	22
	PESADOS	5	6	5
17/04/2018	LIVIANOS	19	22	18
	PESADOS	5	7	5
20/04/2018	LIVIANOS	27	29	19
	PESADOS	12	11	6
22/04/2018	LIVIANOS	38	41	29
	PESADOS	14	17	9
25/04/2018	LIVIANOS	42	53	30
	PESADOS	13	16	11

Figura 7. Muestra de tabla de conteo de vehículos, clasificados por hora y día en "Calle J" (Local Principal), La Pampa.

A partir del conteo número de vehículos en varios sectores se determinó el valor promedio de afluencia para cada tipo de vía.

3.2. Simulación de mapa de ruido

A partir de los datos previos, se procedió a la simulación dentro del software CadnaA utilizando las bases de datos obtenidas. Para poder simular el

ambiente sonoro de nuestro plano geográfico de manera fiel y precisa, se configuró la base de datos y fuentes sonoras de nuestro archivo.

3.2.1. Tipificación de carreteras y flujo vehicular

En primera instancia, se debe definir el plano geográfico en el cual se trabajará. La base sobre la cual se desarrolla nuestra simulación está conformada por una serie de estructuras digitales llamadas “curvas de nivel”, que representan en conjunto la topografía de nuestra zona de estudio. Para establecer nuestra zona de aplicación, se importaron las curvas de nivel del Instituto Geográfico Nacional. Esta malla base de nuestro trabajo posee los datos de geografía del sector, así como las calles pertinentes a nuestro estudio.

Por último, se localizaron en el plano ya simulado, objetos de medición del software conocidos como “receptores” (Figura 8). Cada receptor se colocó en un punto del plano correspondiente a los marcadores de inmuebles obtenidos en el proceso inicial. Se tabularon las etiquetas de identificación para cada receptor, se exporta la tabla correspondiente a la hoja de cálculos, y se identifica el valor de NPS para cada inmueble.

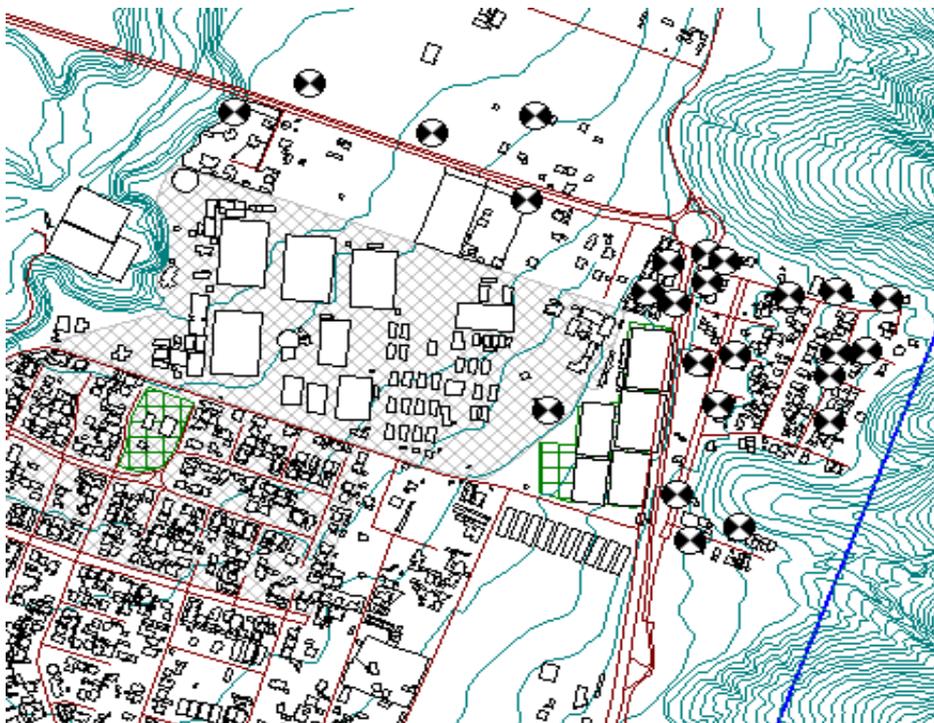


Figura 8. Muestra de ubicación de receptores en el mapa de CadnaA.

Una vez definido nuestro plano de trabajo, debemos especificar el tipo de vía de cada una de las calles presentes en nuestra malla inicial. La manera en que se realiza esta tipificación, es exportando la tabla muestral que las contiene al software de hojas de cálculo de preferencia, en este caso Microsoft Excel.

A medida que se comenzaron a tabular los datos, se corroboró en CadnaA a qué calle correspondía cada número de identificación de nuestra lista, y se categorizaron las calles según el flujo vehicular.

Las vías pueden ser clasificadas por su afluencia (de mayor a menor) de la siguiente manera: express, arterial, colectora, local alta, media, baja demanda y pasaje. Se asignaron el tipo y flujo de vehículos (obtenidos previamente) a cada categoría dentro de la hoja de cálculo, y posteriormente se vincularon al software como base de datos.

Tabla 4.

Valores promedio de flujo vehicular para cada tipo de vía.

TIPO DE VÍA	Livianos (Número)	Pesados (Número)	Límite Liv. (km/h)	Límite Pes. (km/h)
Expresa	803	166	90	70
Arterial	546	112	70	50
Colectora	364	79	70	50
Local Alta	239	29	65	50
Local Media	133	21	65	50
Local Baja	87	11	65	50
Pasaje	37	1	50	40

3.3. Análisis estadístico

3.3.1. Regresión lineal multivariable en R

Al obtener el nivel de ruido en cada uno de los puntos de estudio, tenemos ya todos los factores para realizar una evaluación inmobiliaria. De esta manera es posible calcular la influencia que tiene cada variable en la valoración económica de un inmueble, mediante una regresión lineal multivariable.

Se realizó un proceso de cálculo estadístico en donde el precio de venta y de renta (por separado) eran las variables dependientes de la regresión, mientras que los factores superficie de terreno, número de habitaciones, antigüedad del inmueble y demás eran nuestras variables independientes. Además de estos resultados, se obtuvo el coeficiente de determinación R^2 que permite determinar si nuestro modelo es preciso.

Utilizando la herramienta de uso libre “R”, se definió la siguiente matriz de trabajo. Importamos la matriz a partir de la hoja de cálculo como una tabla única (asegurándonos de que cada entrada de la matriz fuera a numérica). Se consolidaron los valores de la tabla y se digitó la línea de código correspondiente para realizar la regresión lineal multivariable en el software.

3.4. Evaluación cualitativa

3.4.1. Diseño de encuesta

En el estándar ISO/TS 15666 correspondiente a “Evaluación de la molestia por ruido a través de encuestas sociales y socio-acústicas” se establece una serie de recomendaciones para medir la valoración subjetiva de las personas expuestas a ruido ambiental en términos de molestia y discomfort. Se ha diseñado un cuestionario con preguntas formuladas de acuerdo a estos aspectos, y su apreciación psicológica del ruido como modificador económico de sus residencias.

A continuación se muestran las preguntas expuestas a dicha encuesta realizada como parte del trabajo de campo en el apartado 3.1.1.

Las encuestas fueron realizadas en formato entrevista, de manera presencial o vía telefónica dependiendo de la disponibilidad de los propietarios. Con el fin de obtener resultados y análisis más amplios, se realizó la evaluación respecto a renta y venta para todos los domicilios. En el caso de que la propiedad se encontrara solo de venta o solo para renta, se solicitó a los encuestados dar un valor estimado de precio para ambos factores respectivamente en la entrevista.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Malla de ruido y receptores

Con las condiciones iniciales cumplidas, se procedió a realizar la simulación de la malla. Como se expone en la Figura 9, se muestra todo el mapa de estudio con configuración de color representando todos los rangos de exposición sonora que representa la influencia de la vía en horario diurno.

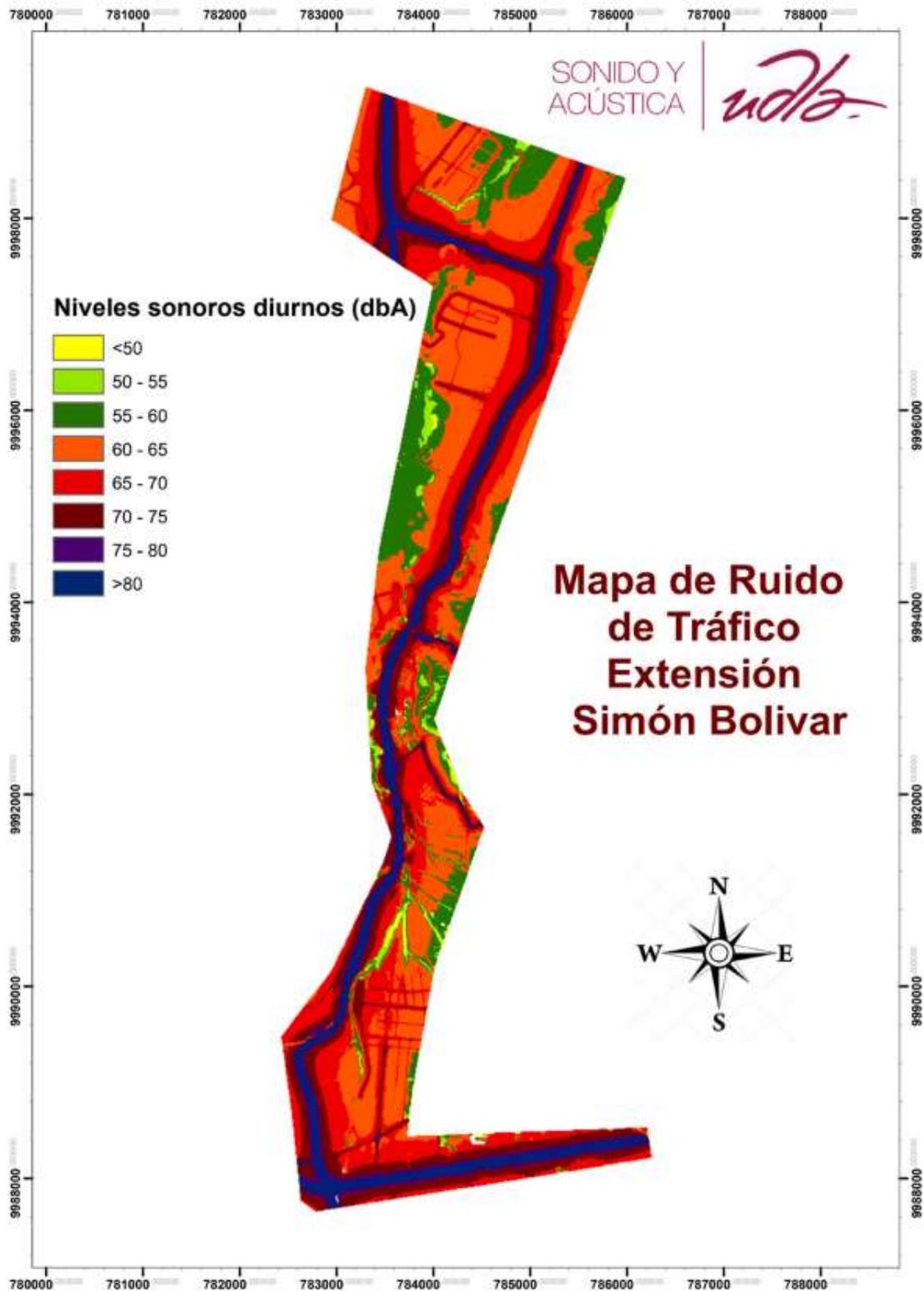


Figura 9. Mapa de ruido de la extensión Simón Bolívar.

Con la obtención del mapa de ruido, se observó en el software cuál era el valor de ruido de tráfico puntual para cada uno de nuestros receptores. De esta manera se obtuvo la última variable no dependiente a considerar en nuestro modelo, el ruido.

4.1.2. Formulación del modelo

Se realizan dos procesos de cálculo en el software R obedeciendo a la fórmula de regresión lineal multivariable. Se consideraron dos matrices diferentes: una en la que la variable dependiente era el PRECIO DE VENTA, y otra donde era el PRECIO DE RENTA. Al tener diversos factores y variables para el análisis lineal de la matriz inicial (Figura 7), dividimos el análisis de datos en dos partes: los resultados pertinentes a la compra del inmueble, y los pertinentes a la renta del mismo. El modelo resultante es el siguiente:

$$\begin{aligned} \bar{y}_z = & \beta_z + \beta_{Construido}x_2 + \beta_{No\ Construido}x_3 + \beta_{Habitaciones}x_4 + \beta_{Baños}x_5 \\ & + \beta_{Pisos}x_6 + \beta_{Antigüedad}x_7 + \beta_{Parqueadero}x_8 + \beta_{Ruido}x_9 \\ & + \varepsilon \end{aligned}$$

(Ecuación 11)

Donde Yz representa el valor de compra o venta según corresponda.

Cada factor posee: un coeficiente de regresión β_i , el error estimado de varianza, el valor t de suceso, y la significancia de cada coeficiente de estudio.

El coeficiente de regresión (β) y significancia de suceso ($Pr > |t|$) son los descriptores de influencia directa de cada factor, y deben ser interpretados de manera minuciosa. β representa el peso cuantificado de cada variable en el modelo, y la significancia representa la comprobación de la hipótesis nula (anula el efecto de la variable en el modelo) para cada término.

El programa nos ofrece varios descriptores estadísticos de la calidad del modelo. Sin embargo, para fines de interpretación, nos enfocaremos en la tabla de coeficientes y el valor del coeficiente R2 puntualmente.

Una característica fundamental del modelo que se toma en cuenta es que si bien funcionaría de manera general en condiciones idóneas, es aplicable únicamente para cada sector encuestado individualmente. Esto debido a que la correlación entre el precio del terreno y el sector en el cual se ubica juega un papel muy importante en la valoración económica del mismo. Así para obtener un modelado preciso y un impacto real con los datos que tenemos, debemos reconocer cómo afecta en cada sector de manera separada.

4.1.1. Influencia del ruido en el precio de renta

Una vez que se programa el modelo con todos los factores numéricos establecidos, el software R nos muestra una tabla de resultados que representan todos los descriptores estadísticos de nuestro modelo. En este caso inicial para el precio de renta en cada barrio estudiado.

En este caso se obtuvieron 15 resultados de modelos de regresión utilizados individualmente para cada sector. Cada modelo expone valores de coeficientes para cada factor, incluido el ruido:

Tabla 4.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LA LIGA.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-75,89556	83,25627	-1,30527	0,28991
Construido	0,53605	0,07972	9,64085	0,00001
No Construido	0,38706	0,03955	3,87616	0,00001
Habitaciones	32,48235	12,70505	2,51543	0,02281
Baños	5,56729	12,01118	0,21335	0,66473
Pisos	36,25091	12,56119	2,9387	0,00854
Antigüedad	-1,83113	1,66891	-1,27519	0,1680

Parqueadero	32,60537	14,28979	2,58105	0,01658
Ruido	2,29876	0,89613	1,94137	0,08887

Tabla 5.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para renta la del barrio MANGO INGA.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-76,84773	79,36322	-1,2934	0,24803
Construido	0,65193	0,07397	9,45574	0,00001
No Construido	0,30338	0,03015	3,80029	0,00001
Habitaciones	32,49955	12,17198	2,59584	0,02671
Baños	5,00146	12,21039	0,37203	0,57781
Pisos	33,51979	12,80684	2,64084	0,0081
Antigüedad	-1,73494	1,04004	-1,11776	0,1488
Parqueadero	31,68314	13,2373	2,99472	0,01886
Ruido	2,20903	0,92468	1,71174	0,08763

Tabla 6.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LA PAMPA.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-88,49868	82,91057	-1,47524	0,28479
Construido	0,60885	0,06322	9,67267	0,00001
No Construido	0,11199	0,04933	3,80563	0,00001
Habitaciones	28,10563	12,64522	2,48917	0,01185
Baños	5,94261	12,08824	0,31109	0,66973
Pisos	33,58015	12,58	2,36392	0,00629
Antigüedad	-1,72058	1,37009	-1,50948	0,1401

Parqueadero	31,60049	14,24132	2,44816	0,01714
Ruido	1,80712	0,92533	1,94512	0,07534

Tabla 7.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio EL DORADO.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-81,18111	82,37907	-1,26646	0,25113
Construido	0,63309	0,06977	9,97924	0,00001
No Construido	0,10371	0,04042	3,51017	0,00001
Habitaciones	28,33405	12,31811	2,49532	0,01736
Baños	4,82425	12,48051	0,26283	0,69621
Pisos	38,70675	12,20945	2,84401	0,00655
Antigüedad	-1,91247	1,43587	-1,38638	0,1361
Parqueadero	32,43863	14,74669	2,95492	0,01451
Ruido	2,1465	0,95213	1,71477	0,08242

Tabla 8.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio MARIETA VEINTIMILLA.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-83,80065	78,36784	-1,36575	0,28115
Construido	0,57213	0,07608	9,95679	0,00001
No Construido	0,20207	0,04261	3,87396	0,00001
Habitaciones	30,60238	12,57479	2,53846	0,0152
Baños	5,49606	12,04024	0,28702	0,71737
Pisos	39,85069	12,5824	2,24214	0,00854
Antigüedad	-2,43722	1,60841	-1,40166	0,1509
Parqueadero	32,58076	13,86117	2,36828	0,01507

Ruido	2,03108	0,86011	1,8196	0,08249
--------------	----------------	----------------	---------------	----------------

Tabla 9.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio EL COMÚN.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-87,69982	83,45051	-1,04887	0,2128
Construido	0,54666	0,07687	9,08532	0,00001
No Construido	0,3608	0,04347	3,94969	0,00001
Habitaciones	32,01399	12,97849	2,47488	0,02458
Baños	4,95192	12,87834	0,32937	0,73916
Pisos	36,51143	12,4376	2,42302	0,00895
Antigüedad	-1,72644	1,43998	-1,92521	0,1737
Parqueadero	32,9551	14,14653	2,73522	0,01919
Ruido	1,91416	0,86655	1,78386	0,06512

Tabla 10.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio BICENTENARIO.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-85,17093	82,63014	-1,22866	0,28684
Construido	0,66444	0,07307	9,71657	0,00001
No Construido	0,15468	0,0355	3,8197	0,00001
Habitaciones	29,72426	12,40503	2,30494	0,02186
Baños	4,88732	12,00622	0,23301	0,73311
Pisos	33,72207	12,54197	2,64178	0,0062
Antigüedad	-1,50144	1,36638	-1,58627	0,1409
Parqueadero	30,61881	13,98071	2,358	0,01576
Ruido	2,28361	0,89969	1,85383	0,06393

Tabla 11.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LA UNIÓN.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-89,15036	80,15632	-1,45667	0,21388
Construido	0,54907	0,07613	9,37958	0,00001
No Construido	0,10283	0,03588	3,54633	0,00001
Habitaciones	28,87573	12,34368	2,5113	0,02405
Baños	4,57707	12,37018	0,32332	0,6505
Pisos	35,30421	12,64402	2,91835	0,00644
Antigüedad	-2,13336	1,2722	-1,1268	0,1638
Parqueadero	32,99008	13,69855	2,20286	0,01732
Ruido	2,07228	0,86529	1,86049	0,08575

Tabla 12.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LOS EUCALIPTOS.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-89,30227	83,83238	-1,11333	0,21692
Construido	0,69797	0,07843	9,18339	0,00001
No Construido	0,21852	0,04953	3,63899	0,00001
Habitaciones	31,94222	12,83401	2,62223	0,02544
Baños	4,35301	12,76014	0,24588	0,74628
Pisos	39,54633	12,51289	2,56754	0,0069
Antigüedad	-1,91379	1,49376	-1,8383	0,1799
Parqueadero	32,35892	13,66448	2,14891	0,01944
Ruido	2,10434	0,86262	1,71001	0,08251

Tabla 13.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio SIMÓN BOLIVAR.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-89,64181	79,51976	-1,23046	0,21655
Construido	0,56105	0,07942	9,99492	0,00001
No Construido	0,22104	0,04126	3,62004	0,00001
Habitaciones	31,97575	12,42893	2,61508	0,01326
Baños	4,12248	12,42222	0,2049	0,64276
Pisos	35,97112	12,51814	2,01309	0,00691
Antigüedad	-1,70505	1,25223	-1,32267	0,1204
Parqueadero	32,19887	13,76621	2,01	0,01489
Ruido	1,90978	0,95486	1,76076	0,08205

Tabla 14.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio URABA.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
(Intercepto)	-81,40022	79,27777	-1,02227	0,25247
Construido	0,69901	0,06014	9,34796	0,00001
No Construido	0,278	0,04502	3,95423	0,00001
Habitaciones	32,28037	12,42893	2,61755	0,01432
Baños	5,66548	12,32797	0,32025	0,66826
Pisos	33,22566	12,23575	2,86097	0,00625
Antigüedad	-1,95516	1,26172	-1,71927	0,1633
Parqueadero	31,40313	14,32715	2,84224	0,01736
Ruido	2,10981	0,92933	1,87369	0,0876

Tabla 15.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio EL OLIVAR.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-83,13791	79,1638	-1,18308	0,28709
Construido	0,54065	0,07626	9,94036	0,00001
No Construido	0,12613	0,04327	3,87297	0,00001
Habitaciones	32,35973	12,13008	2,38086	0,02415
Baños	4,16031	12,80323	0,39057	0,77023
Pisos	39,67211	12,94141	2,50012	0,00802
Antigüedad	-2,46633	1,00904	-1,38315	0,1710
Parqueadero	31,3257	13,56184	2,35829	0,01611
Ruido	2,20446	0,94743	1,93689	0,07952

Tabla 16.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio JARDINES DE CARCELÉN.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-83,62247	83,55782	-1,26188	0,21061
Construido	0,50594	0,07981	9,89349	0,00001
No Construido	0,20069	0,03841	3,77818	0,00001
Habitaciones	32,30755	12,73684	2,61714	0,02764
Baños	4,42325	12,40202	0,39845	0,72724
Pisos	38,43163	12,84065	2,89828	0,00796
Antigüedad	-2,06524	1,61968	-1,23641	0,1224
Parqueadero	31,97093	14,83241	2,75338	0,01507
Ruido	2,07606	0,93649	1,83967	0,06484

Tabla 17.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LOS PELICANOS.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-85,29072	78,78315	-1,18725	0,27509
Construido	0,56964	0,06879	9,87224	0,00001
No Construido	0,13196	0,03988	3,61776	0,00001
Habitaciones	29,75614	12,51814	2,42035	0,02954
Baños	4,78993	12,5371	0,28529	0,76334
Pisos	33,13556	12,88878	2,02613	0,00759
Antigüedad	-2,38322	1,58899	-1,65172	0,1273
Parqueadero	30,10084	14,08908	2,10138	0,01924
Ruido	2,15382	0,873	1,7464	0,08801

Tabla 18.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para la renta del barrio LOS CÓNDORES.

FACTOR	Estimado	Error Estnd.	Valor t	Significancia
<i>(Intercepto)</i>	-76,32997	80,47582	-1,11736	0,2893
Construido	0,65896	0,07236	9,75599	0,00001
No Construido	0,34172	0,04505	3,73807	0,00001
Habitaciones	31,30837	12,55303	2,6631	0,02045
Baños	4,41588	12,99179	0,33555	0,66527
Pisos	34,48244	12,8074	2,85418	0,0087
Antigüedad	-1,93293	1,59018	-1,44912	0,1293
Parqueadero	32,16471	14,27944	2,96234	0,01896
Ruido	2,11048	0,98733	1,70908	0,08127

A partir de este análisis podemos ver la influencia que tiene el ruido en cada uno de los sectores variara dependiendo del resto de variables independientes. Posiblemente, en la mayoría de casos esto hace referencia al status socio económico que se maneja en distintos sectores de estudio, la facilidad de acceso vial y en mayor medida, el costo del terreno dependiendo de la locación del suelo.

Se puede estipular el valor económico de impacto real de ruido para cada sector a través de las tablas de resultados, enfocados en el coeficiente de ruido estimado. Al existir 15 modelos de regresión individuales, se observa que existe un valor oscilante de precio entre barrios, que se encuentra en este intervalo:

$$\text{VALORACIÓN DE RUIDO DE TRÁFICO} = 1.81 - 2.29 \frac{\text{dólares}}{\text{dbA}}$$

La significancia de los coeficientes juega un papel crucial en el análisis, ya que a partir de estos se estima cuanta influencia directa posee cada uno con respecto al modelo. Para el caso práctico de nuestros modelos, se estipulo que para se considera significativo un coeficiente que parta desde 0.1. De esta manera se optimiza la extensión del análisis, y nos podemos centrar en los factores realmente influyentes de nuestro modelo:

a) Determinemos ahora el peso de cada factor. En la mayoría de tablas, si no es en todas, se exhiben 3 coeficientes con valores grandes respecto a los demás, estos son: HABITACIONES, PISOS, PARQUEADERO. De igual manera, esto representa que por cada unidad contable, el precio aumenta proporcionalmente al valor del coeficiente en dólares respectivamente.

Para los factores HABITACIONES y PISOS esta afirmación es correcta, ya que generalmente en términos de alquiler de domicilios, estos dos tienen una influencia significativa en el precio. Mientras más habitaciones o más pisos tenga el domicilio, mayor es el costo de renta.

Que el factor PARQUEADERO tenga un peso similar a los anteriores no necesariamente significa que influya económicamente en ese porcentaje, y puede justificarse de la siguiente manera. La forma en que se recogieron los datos de este factor fue simple, ya que el hecho de tener parqueadero se definió con valores de SI o NO. Para la formulación correcta del modelo se cuantificó el tener parqueadero con el valor numérico de 1 y a no tenerlo como 0.

Este factor no tiene un fundamento estadístico justificable, por lo tanto su peso real no representa un valor ideal para el modelo. Se podría estipular otro modelo de regresión explícitamente para este, considerando otro tipo de variables y cuantificando la influencia real de las mismas. Esto optimizaría nuestro modelo actual.

b) Por último debemos comprobar que nuestro modelo es lo suficientemente preciso como para aceptar los resultados y justificar nuestra hipótesis.

La forma más óptima es comparar el valor de nuestro R2 obtenido con los valores expuestos en todas las tablas individuales para cada modelo. De clasificación de coeficiente de regresión, se expuso que el valor de R2 individual se encuentra en este intervalo:

VALOR AJUSTADO DE R2: 0.8102 – 0.8452

Según los valores expuestos, un R2 superior a 0.85 es considerado excelente. Nuestro R2 se encuentra en la clase de 0.5 a 0.85 considerado como BUENO. Esta clasificación nos permite afirmar que el modelo es lo suficientemente preciso, ya que representa que más del 80% de la variabilidad de \bar{y}_{Renta} (precio de renta) está explicado por el modelo. Así, se define la ecuación para el precio de RENTA en términos de las variables elegidas propuesta en un inicio es correcta.

Cada Xi representa el valor numérico que toma cada variable independiente al momento de sustituir los valores de la tabla de recolección de datos para cada barrio estipulado (Anexo 3.)

Después de la comprobación y justificación del modelo empleado, es posible estipular el impacto económico del ruido de tráfico en el valor de RENTA de los inmuebles estudiados.

4.1.2. Influencia de ruido en precio de venta

A partir de un modelo general independiente del sector donde se encuentran los domicilios, se obtiene los descriptores del modelo esta vez utilizando valores de precio de venta:

Tabla 19.

Matriz de resultados de regresión lineal multivariable para venta.

COEFICIENTES	Estimado	Error Estd.	Valor t	Pr(> t)
<i>(Intercepto)</i>	-24711.67	38107.70	-0.648	0.5178
<i>Construido</i>	274.44	34.97	7.848	1.12e-12
<i>No Construido</i>	97.39	16.55	5.885	2.95e-08
<i>Habitaciones</i>	229.60	5868.22	0.039	0.9688
<i>Baños</i>	3707.66	6122.59	0.606	0.5458
<i>Pisos</i>	12475.41	5995.55	2.081	0.0393
<i>Antigüedad</i>	1134.42	570.88	1.987	0.0489
<i>Parqueadero</i>	12771.26	6453.17	1.979	0.0498
<i>Ruido</i>	595.14	467.90	1.272	0.2056

A partir de los resultados expuestos se puede interpretar lo siguiente:

VALOR AJUSTADO DE R2: 0.4826

Desde el inicio podemos comprobar mediante la Tabla 3. , que este valor de R2 está categorizado como REGULAR, por lo que se infiere que nuestro modelo

representa solo un 48.2% de la variabilidad de \bar{y}_{venta} (precio de venta). A partir de este análisis se observa que el modelo no posee una fidelidad suficiente como para entregar resultados fehacientes para cada valor de precio de venta acorde al barrio, y se evitó realizar la regresión múltiple para todos los casos.

Sin embargo, podemos obtener varias conclusiones que no necesariamente están ligadas a la precisión del modelo de regresión, descritas a continuación:

a) Por ejemplo, al observar la significancia podemos apreciar que existen 2 factores sumamente influyentes y apegados al modelo de valoración: CONSTRUIDO y NO CONSTRUIDO. Esta afirmación es correcta ya que comparando nuestros datos recolectados, la gran mayoría de los precios de venta de los inmuebles dependen en la cantidad de superficie del terreno, y de la superficie

b) Así mismo, si se observan los valores de la Tabla 19, específicamente LOS VALORES DE SIGNIFICANCIA Y ESTIMACIÓN, los coeficientes de regresión nos demuestran la imprecisión del modelo.

c) De igual manera al cuantificar la variable PARQUEADERO argumenta de forma irreal el coeficiente de la variable, que según el modelo aumentaría en \$12771.26 dólares al precio de venta. Se comprueba la incongruencia ya que la valoración por metro cuadrado construido según el modelo es de \$274.44 dólares, y en la mayoría de casos observados, un parqueadero no variaba en su superficie total con más de 25 metros cuadrados, lo cual significaría que el hecho o no de tener parqueadero influye en el 50% del precio del inmueble, un valor irreal.

4.2. Resultados perceptivos

Como análisis final de los resultados, se tabularon las encuestas realizadas a los dueños de las propiedades. Se realizaron 5 preguntas puntuales a 146 propietarios con respecto al ruido, la valoración económica del mismo y la percepción que tenían las personas de cuánto influía este con respecto a las

ventajas viales que la nueva vía representaba. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Pregunta 1**

¿De qué manera considera que afecta la extensión de la vía en términos ambientales?

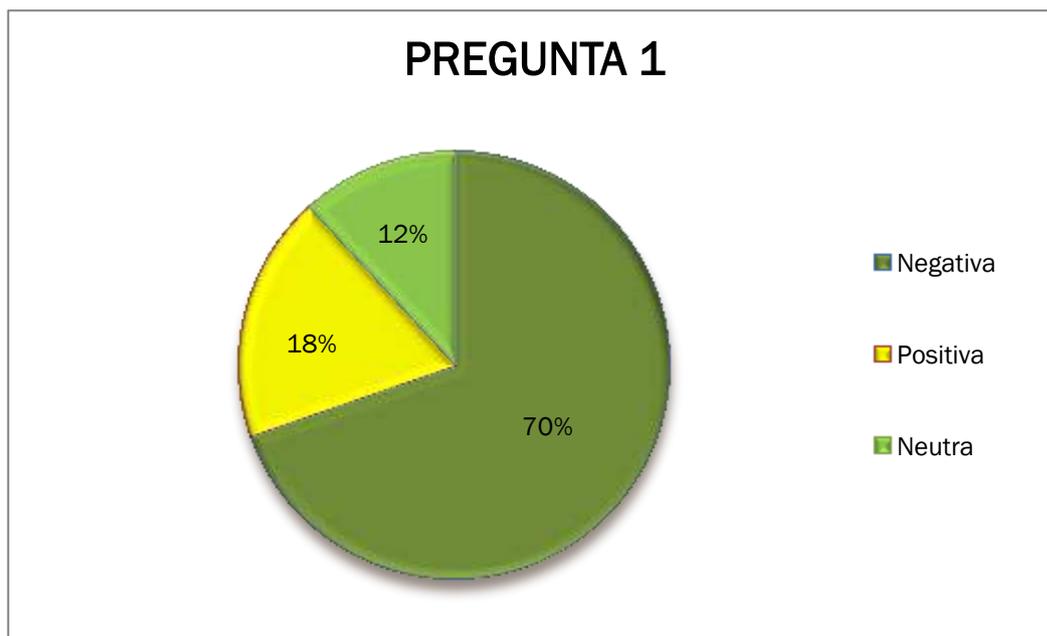


Figura 10. Resultados de encuesta en Pregunta 1.

Se formuló esta interrogante para identificar la apreciación de contaminación ambiental (ruido incluido) de las personas que residen cerca a la extensión de la vía Simón Bolívar. El 70% considera que en términos ambientales la vía influye de manera negativa. El 12% considera que la vía influye de manera positiva y el 18% restante piensa que no influye en manera alguna (Figura 10).

Se puede apreciar entonces que la mayoría muestral considera que la nueva vía si representa influencia ambiental, y reconoce esto como una problemática.

- **Pregunta 2**

¿Considera usted que la presencia de ruido de tráfico causado por la extensión de la vía afecta a su modo de vida en su domicilio de algún modo?



Figura 11. Resultados de encuesta en Pregunta 2.

Esta interrogante se formuló para identificar la cantidad de personas que consideran que el ruido de tráfico influye en su modo de vida. El 36% consideraron que no era un factor significativo en su diario vivir. El 41% consideró que en efecto el ruido representaba afectación en el modo de vida. El 23% restante consideró que dependía de factores externos como las horas pico o la condición climática.

La mayoría de encuestados respondieron que el ruido si influye en el ambiente del hogar. Esta mayoría corresponde a las personas que tienen sus domicilios en el extremo lateral de la vía, ya que el 36% de los encuestados, que tenían sus propiedades alejadas aproximadamente 6 cuadras de la vía principal, declararon no verse afectados (Figura 11). El resto de encuestados consideraban que dependía de la hora en que se evaluará ese parámetro y de las condiciones climáticas, y no mostró una postura clara en el asunto.

- **Pregunta 3**

¿Considera usted que la presencia de ruido de tráfico tiene un impacto menor o mayor en términos económicos a la valoración de su domicilio con respecto a la facilidad de acceso vial?

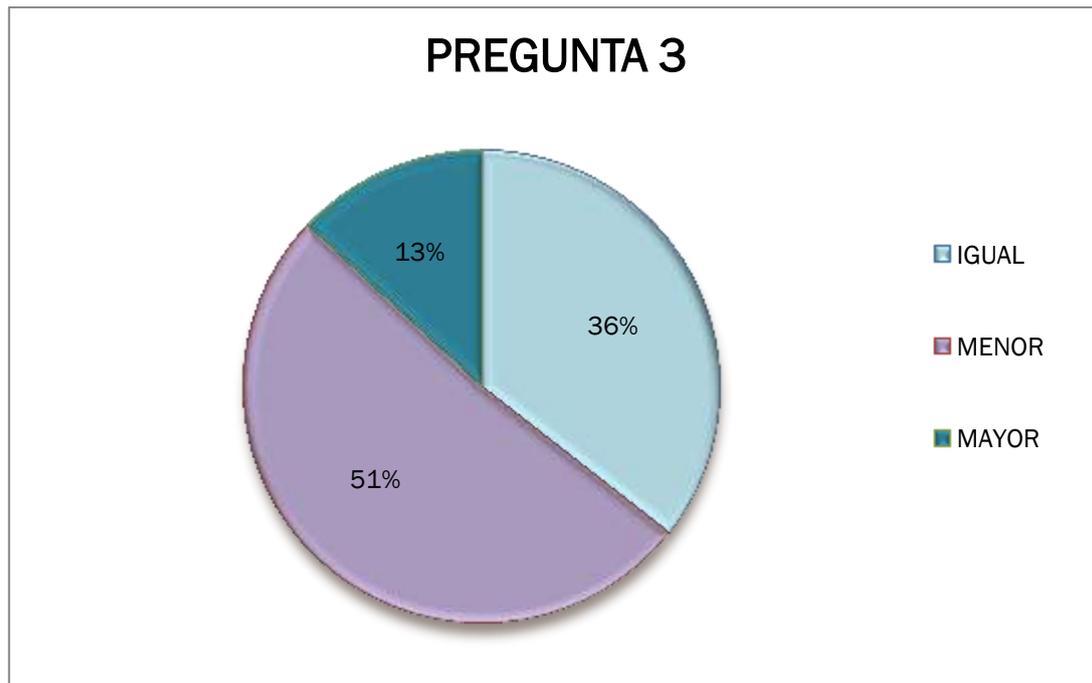


Figura 12. Resultados de encuesta en Pregunta 3.

Esta interrogante se formuló con la finalidad de apreciar qué porcentaje de los propietarios consideraba que el ruido tenía un impacto económico mayor en comparación a la plusvalía que ofrece la carretera en cuestión de vialidad. El 51% considera que el impacto económico del ruido no supera la plusvalía que genera su hogar al ubicarse ahora cerca de una vía de circulación express. El 36% considera que en caso de que hubiese un impacto económico real, el factor ruido tendría el mismo valor que el factor vialidad. Y apenas el 13% consideró que el impacto de ruido supera en efecto al factor vial.

Se aprecia entonces que la mayoría de residentes encuestados considera que el valor económico de su casa aumentaría por la implementación de la nueva vía. Esto significa que a pesar de que el 41% de encuestados considere que el ruido influye en su modo de vida, apenas el 13% considera que es un factor que realmente merezca una valoración económica real (Figura 12).

- **Pregunta 4**

¿De qué manera considera usted que el nivel de ruido de tráfico que incide en su hogar afecta en el precio del mismo, en caso de hacerlo?

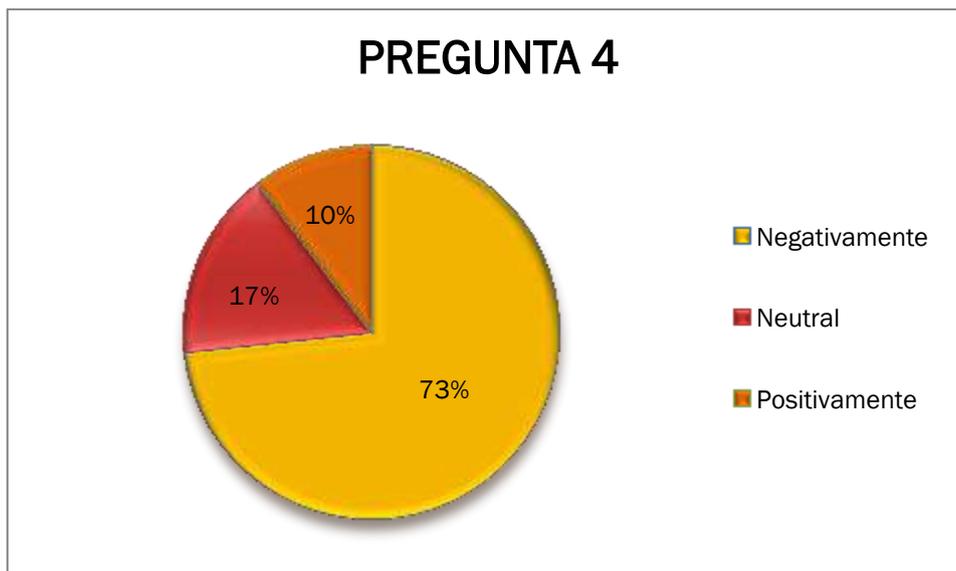


Figura 13. Resultados de encuesta en Pregunta 4.

Se formuló esta interrogante con el fin de analizar la percepción subjetiva de los propietarios sobre la manera en que el ruido afecta económicamente su domicilio. El 73% consideró que el ruido afectaría de manera negativa en la valoración económica. El 17% pensaba que no se afectaría de ninguna manera, y el 10% creía que tendría repercusiones positivas en la rentabilidad (Figura 13).

No es de extrañarse que casi las tres cuartas partes de los propietarios encuestados consideren que el ruido de tráfico afectaría el valor de su domicilio de manera negativa. Dato curioso ya que en la pregunta anterior se apreció que apenas el 36% considera que el ruido tiene un impacto económico neutral en el precio del inmueble, mientras el 76% corrobora que tiene un impacto negativo en el ambiente del hogar. Sin embargo, un porcentaje equivalente a 14 domicilios consideró que de alguna manera el valor de su hogar aumentaría. Cuando se preguntó por qué consideraban esto, la gran mayoría respondió que el ruido de tráfico significa que sería una zona más urbana y transitada, y que eso subiría el valor de las viviendas.

- **Pregunta 4**

¿Consideraría usted alterar el valor de venta o renta de su domicilio por factores como el ruido de tráfico?

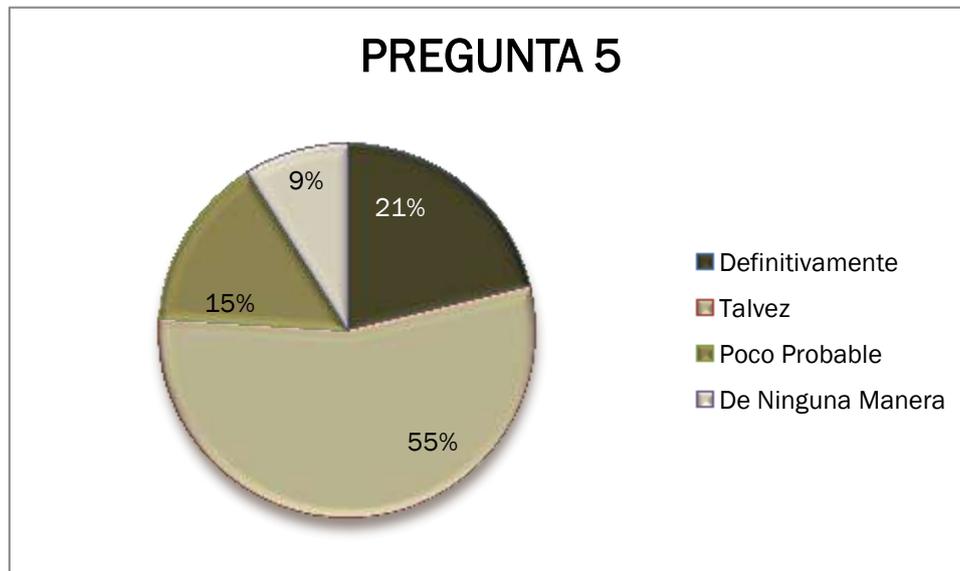


Figura 14. Resultados de encuesta en Pregunta 5.

Esta última interrogante se formuló para evaluar la disposición de los propietarios a alterar el valor de venta o renta del inmueble basados en el ruido de tráfico. El 21% aseguró que definitivamente lo haría, el 55% lo consideró como una opción posible pero no certera, el 15% dudó de si aplicaría cambios tomando en cuenta el aspecto del ruido y el 9% indicó que ese jamás sería un factor de precio a considerar (Figura 14).

En este último apartado se puede observar que aunque 73% dueños consideran que el ruido tiene un impacto negativo en la valoración económica subjetiva de sus domicilios, apenas el 21% definitivamente tomaría acciones. El 55% restante considera que aunque el ruido influya en el factor precio, estarían dispuestos a pasar por alto el impacto del mismo al momento de concretar un contrato de compra o renta.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Este estudio se centró en cuantificar el impacto de ruido de tráfico en la valoración de los inmuebles aledaños a la extensión de la vía Simón Bolívar, desde el redondel de Carapungo hasta el redondel de Maresa en la Mitad del Mundo, mediante un modelo de regresión lineal múltiple en el cual se midiera el peso estadístico del ruido como variable explicativa.

Se logró cuantificar mediante este modelo el valor monetario que representa el nivel de ruido para cualquier domicilio. Como se demostró en los cálculos previos dentro del estudio, el resultado de este proceso se manifestó en dos formas diferentes:

La primera referente al precio de RENTA de los inmuebles, en donde se constató que el modelo de regresión utilizado era preciso y expuso que la valoración del ruido con respecto al precio de alquiler de una vivienda dentro de los sectores determinados equivale a **+\$1.81** hasta **+\$2.29** dólares americanos por cada decibel, dependiendo el sector en el cual se ubique. Contrario a lo que se declaró en la hipótesis inicial, el impacto que tiene el ruido en este ámbito es POSITIVO. Después de analizar con detenimiento la interpretación de los resultados, se pudo dar una explicación a este fenómeno.

La extensión de la vía Simón Bolívar representa una mejora sustancial en la vialidad del sector evaluado de la ciudad, y consecuentemente el acceso a las zonas residenciales de estudio se ven directamente beneficiadas en términos de transporte. El aumento de flujo vehicular hacia las zonas más alejadas junto con la disminución substancial de tiempo de viaje entre los sectores beneficiados, ha derivado en una plusvalía directa para los domicilios aledaños. Si bien la plusvalía puede extenderse a los conjuntos y residencias más apartadas de la carretera principal, se constató que aquellas que están más cerca de esta tienen un incremento en valoración económica mucho mayor.

Es entonces cuando se puede justificar la razón del aumento de precio. Las residencias que están expuestas a un mayor nivel de ruido de tráfico son las que se ubican más cercanas a la vía.

En términos económicos, el motivo por el cual el ruido es un factor de influencia positiva en el precio de alquiler se debe a que la presencia de ruido de tráfico equivale a una mayor circulación vehicular. Mientras más alto es el valor de ruido el modelo asume que la vivienda se encuentra en una zona con mayor acceso vial, y eso significa mayor demanda inmobiliaria, por lo tanto el precio aumenta.

La segunda interpretación de resultados se da en términos de precio de VENTA de los inmuebles, en donde el modelo presenta una menor bondad de ajuste. Sin embargo se pudo valorar que los factores que más inciden al momento de definir un precio de venta al público, son el sector donde se localiza el inmueble, la superficie de terreno que tiene y la cantidad de pisos levantados en el mismo.

Por último se debe observar que así como en nuestra declaración de hipótesis se tuvo la impresión de que el ruido impactaría de manera negativa en el precio de las propiedades, la percepción de los propietarios también obedece a esta noción, y la valoración subjetiva de la contaminación sonora a la que están expuestos sus domicilios les sugiere una reducción de valor monetario.

Desafortunadamente, esto quiere decir que el modelo, si bien puede ser aplicable para el precio de renta, no lo es para determinar un precio de venta del inmueble.

En definitiva el estudio realizado obtuvo resultados fuera de lo esperado y, por consiguiente se concluye que es necesario plantear un modelo más extenso si se planea evaluar la influencia económica del ruido en la venta de un inmueble. Asimismo, debe considerarse posibilidad de que la incidencia de ruido represente plusvalía en el mercado de renta inmobiliaria.

5.3. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos se puede proponer algunas recomendaciones para futuros procesos de análisis estadístico y para aplicaciones de campo en el mercado inmobiliario:

Definir los recintos de estudio con apoyo de páginas web dedicadas a la compra y venta de propiedades. Si bien el proceso de barrido de locaciones resulta fiel a los datos que se analizan, se puede ahorrar gran cantidad de tiempo si se investiga las locaciones sin tener que visitarlas presencialmente. Existen sitios web donde la mayoría de los factores estudiados se encuentran vigentes y actualizados, y en caso de no encontrarse, la mayoría cuenta con el número de contacto de los propietarios.

Ajustar las variables modeladoras de acuerdo a los parámetros de cálculo del software. Si se definen numéricamente los factores de influencia, en base a algún estudio estadístico o fundamento técnico, se puede optimizar el modelo empleado. Así mismo, mientras aumente el número de variables independientes y el número de muestras, se puede aproximar los coeficientes de mejor manera y se minimiza el error estándar.

En lo que respecta al mercado inmobiliario, se pueden ofertar las viviendas para su venta o renta en función de la contaminación sonora a la que se ven expuestas. Se pueden valorar o renegociar contratos de alquiler considerando el factor ruido como determinante en el precio de la vivienda. Esta es una ventaja significativa para los propietarios de los inmuebles, ya que el modelo les permite tener una herramienta de predicción de precios para inversiones futuras, casos de venta parcial o expropiación.

En caso de presentarse inconvenientes en términos de salud o bienestar con respecto al ruido, se puede valorar las propiedades con precios negociables dentro del rango de aplicación, y se puede calcular de igual manera para contratación de inmuebles en otro sector.

REFERENCIAS

- Abuín, J. R., (2007). Regresión lineal múltiple. Laboratorio de Estadística, Editor, 32.
Recuperado 18 de agosto de 2018 de http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/tutoriales/PDF/Regresion_lineal_multiple_3.pdf
- Cárdenas, O., & Noguera, C. (2012). Modelación del bienestar en vivienda desde la perspectiva de los modelos de variables latentes generalizados. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, XVIII (1), 117-129. Recuperado 30 de diciembre de 2017 de <https://www.dspace.espol.edu.ec/.../49/LIBRO%20VI%20Anexo%205%20Ruido.doc>
- Datakustik, (2018). Mapeo de ruido y simulación. Recuperado el 18 de Julio de 2018 de <https://www.datakustik.com/en/products/cadnaa/>
- Daumal, F., Gortari, L., (2002). La influencia del ruido en el precio de la vivienda. Recuperado 30 diciembre de 2017 de http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Gandia06_RDO005.pdf
- Donovan, J., (1974). An Environmental Noise Classifier and Its Use. Ohio, Estados Unidos: JAES. Recuperado el 30 de julio de 2018 de <https://europemc.org/abstract/med/1211353>.
- Galindo, E., (2008). Estadística: Métodos y Aplicaciones. Quito, Ecuador. Prociencia Editores.
- Granados, R. (2016). Modelos de Regresión Lineal Múltiple. Granada, España: Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Granada. Recuperado el 14 de agosto de 2018 de https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf

- Inyang, H., (2009). Environmental Monitoring; Volume I. Oxford, Reino Unido. EOLSS. p(275). Recuperado el 18 de agosto de 2018 de https://books.google.com.ec/books/about/ENVIRONMENTAL_MONITORING_Volume_I.html?id=oUrDDAAAQBAJ&redir_esc=y
- Long, M., (2006). Handbook of architectural acoustics. Massachusetts, Estados Unidos: Academic Press
- López S., Navilla, M., (2009). Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires. Recuperado el 30 de diciembre de 2017 de http://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COINI_Cattan eo1.pdf
- Martínez, A., (2005). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas, y valoración económica. Revista de Economía y Administración. Recuperado 23 de agosto de 2018 de http://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO_0.PDF
- Martínez, E., (2005). Errores Frecuentes en la Interpretación del Coeficiente de Determinación Lineal. San Lorenzo, Argentina: Anuario Jurídico y Económico Escurialense. Recuperado el 18 de agosto de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1143023.pdf>.
- Miyara, F., (2004). Acústica y sistemas de sonido. Rosario, Argentina: REUN. PAC, (2013). Plan Anual de Contrataciones Año 2013. Quito, Ecuador.
- Portela, A. D. (2010). Consideración sobre la nueva reglamentación referente a la protección de ruido contra edificios. TecniAcústica. Recuperado el

23 de agosto de 2018
de

<https://books.google.com.ec/books?id=rr4UMwEACAAJ&dq=TECNI ACUSTICA&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwixwZOK3KTdAhUIvVkkHSqSBFUQ6AEIJ TAA>

R-project, (2018). Software de programación estadística. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <https://www.r-project.org/about.html>

Taucher, E. (1997). Bioestadística. Editorial Universitaria. Recuperado 23 de

agosto de 2018 de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=loMan8LibZgC&oi=fnd&>

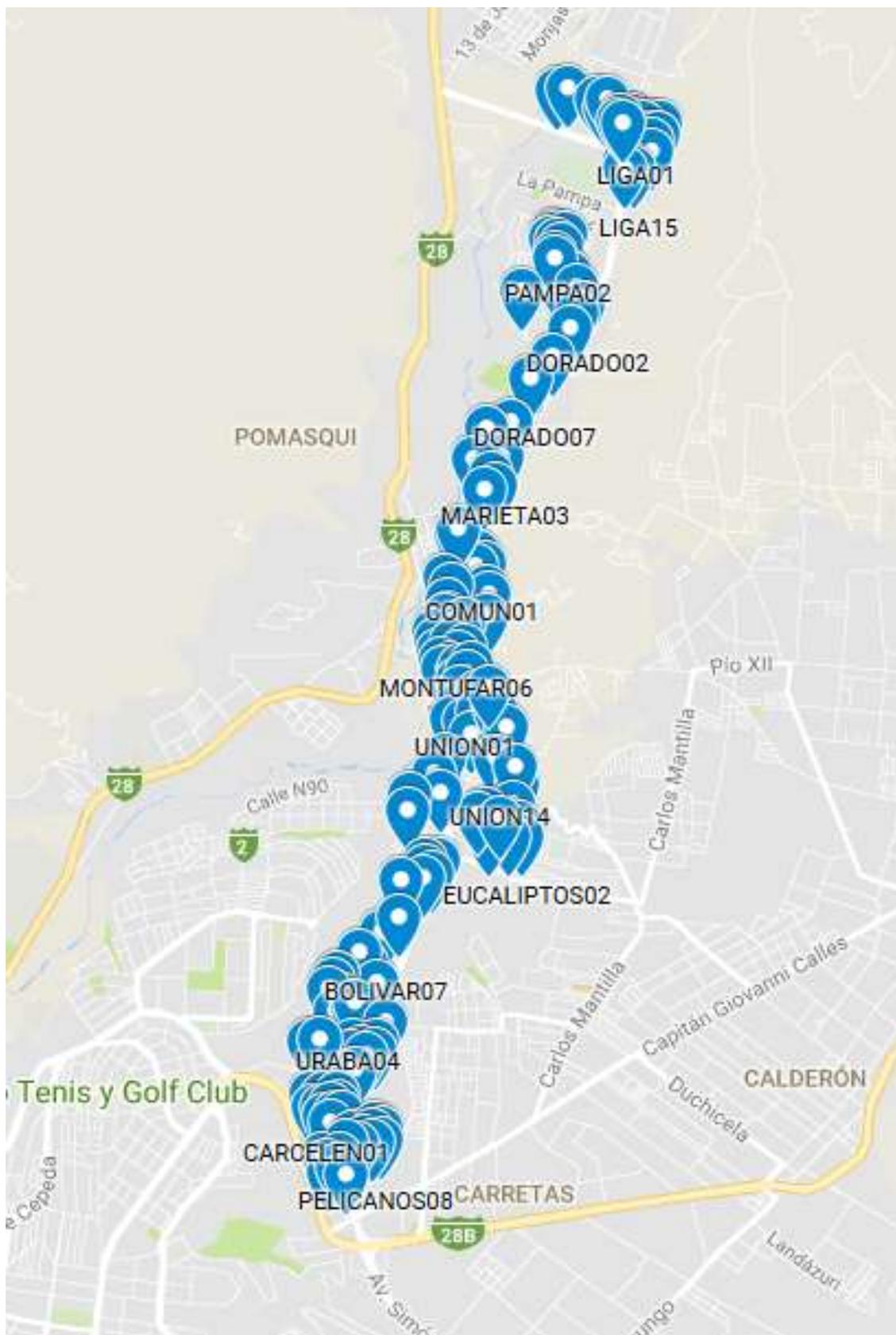
[pg=PA15&dq=bioestadistica+taucher&ots=0htvjawr1S&sig=Jn_Qcu3](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=loMan8LibZgC&oi=fnd&pg=PA15&dq=bioestadistica+taucher&ots=0htvjawr1S&sig=Jn_Qcu3)

[qAzHRWMADWA04uIVTBsE#v=onepage&q=bioestadistica%20taucher&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=loMan8LibZgC&oi=fnd&pg=PA15&dq=bioestadistica+taucher&ots=0htvjawr1S&sig=Jn_Qcu3qAzHRWMADWA04uIVTBsE#v=onepage&q=bioestadistica%20taucher&f=false)

TULSMA, (2015). Libro VI Anexo 2: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Quito, Ecuador.

ANEXOS

1. Mapa general de ubicación de inmuebles de estudio.

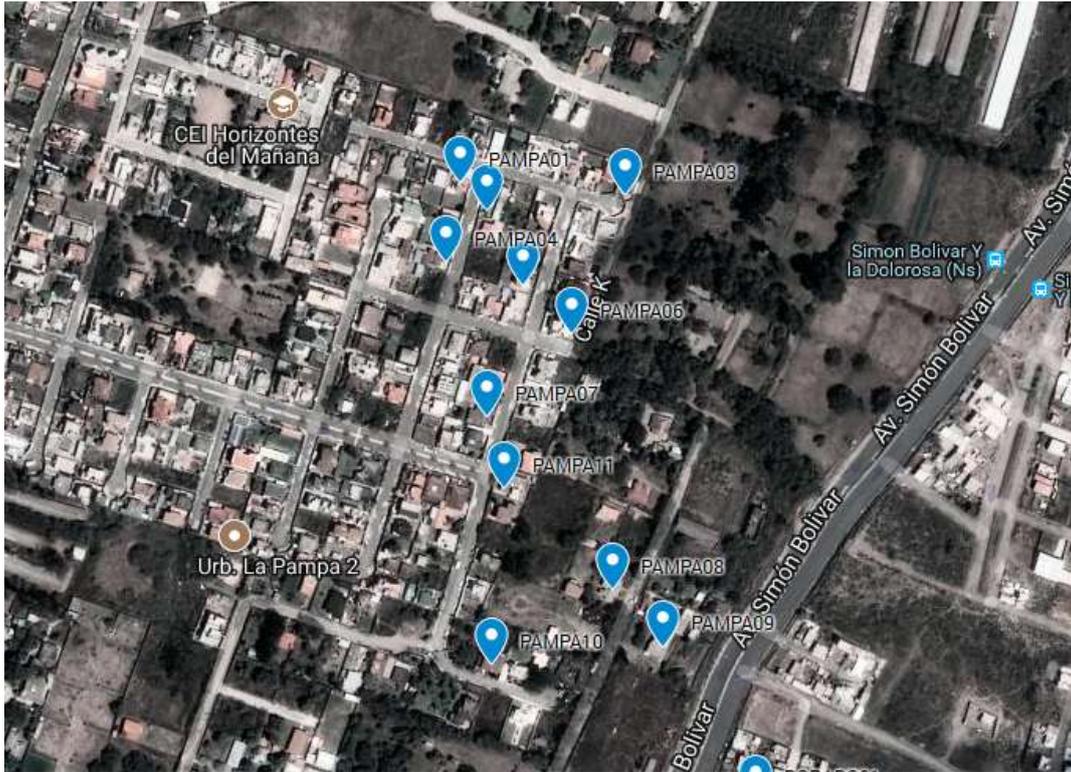


2. Mapa de ubicación geográfica de inmuebles por sector:

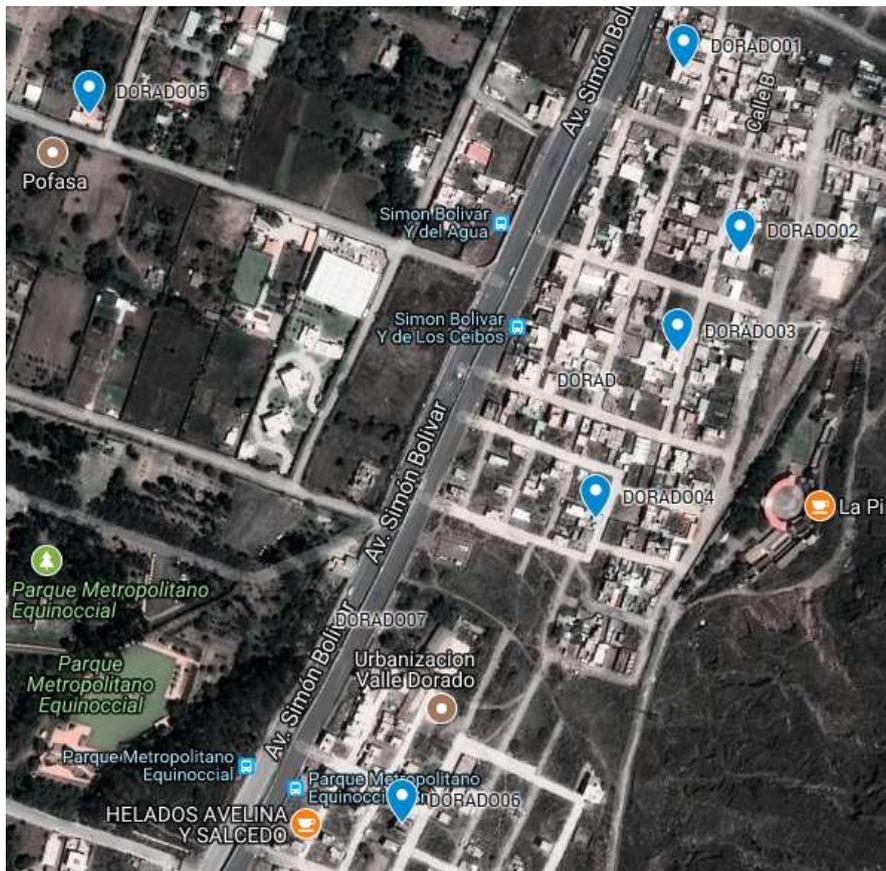
Sector “La Liga” y “Mango Inga”



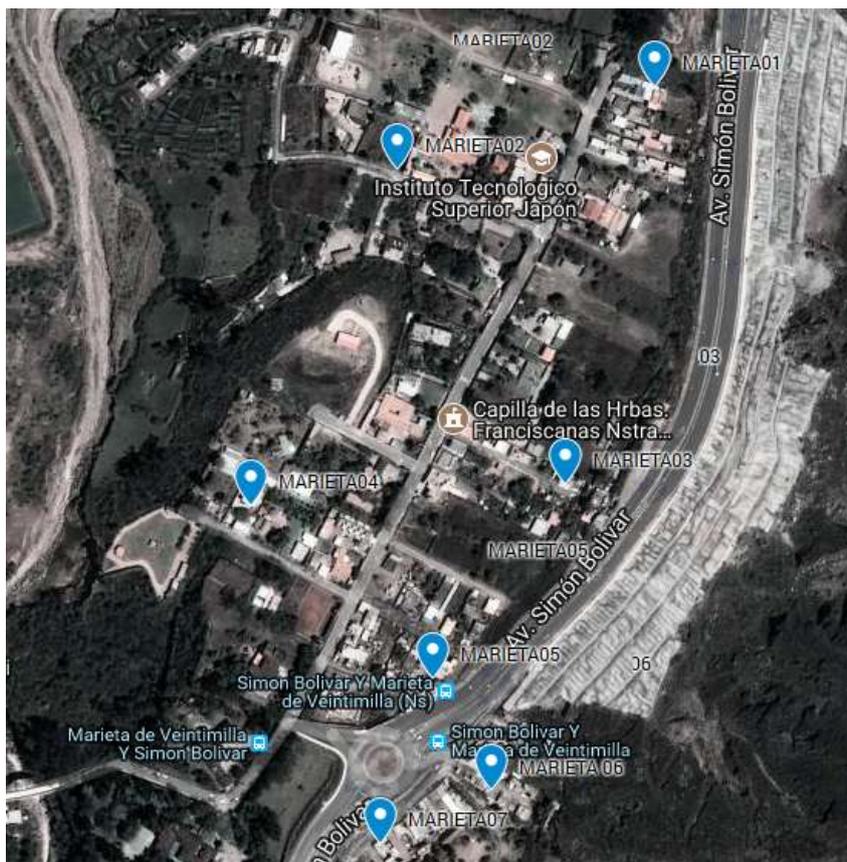
Sector “La Pampa”



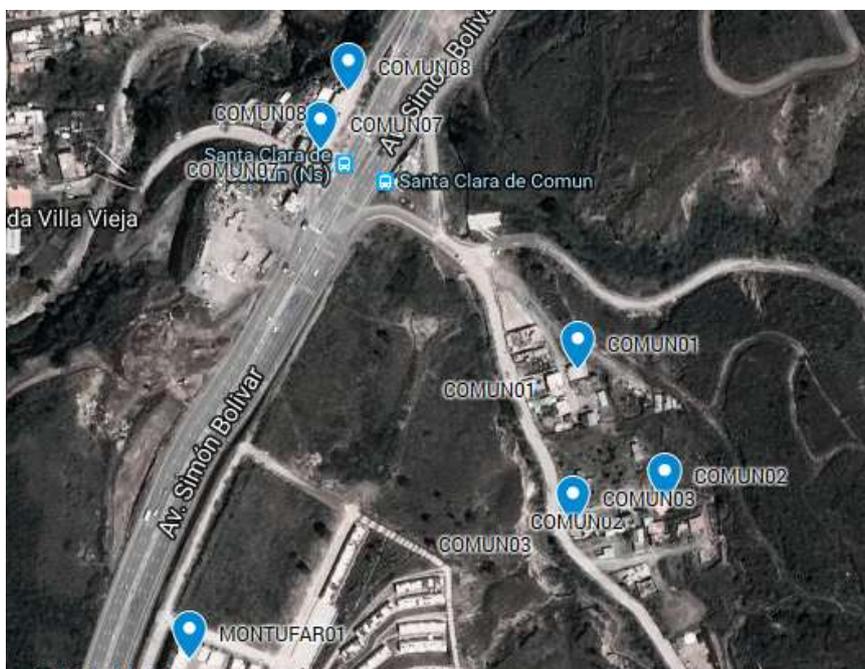
Sector "El Dorado"



Sector "Marieta de Veintimilla"



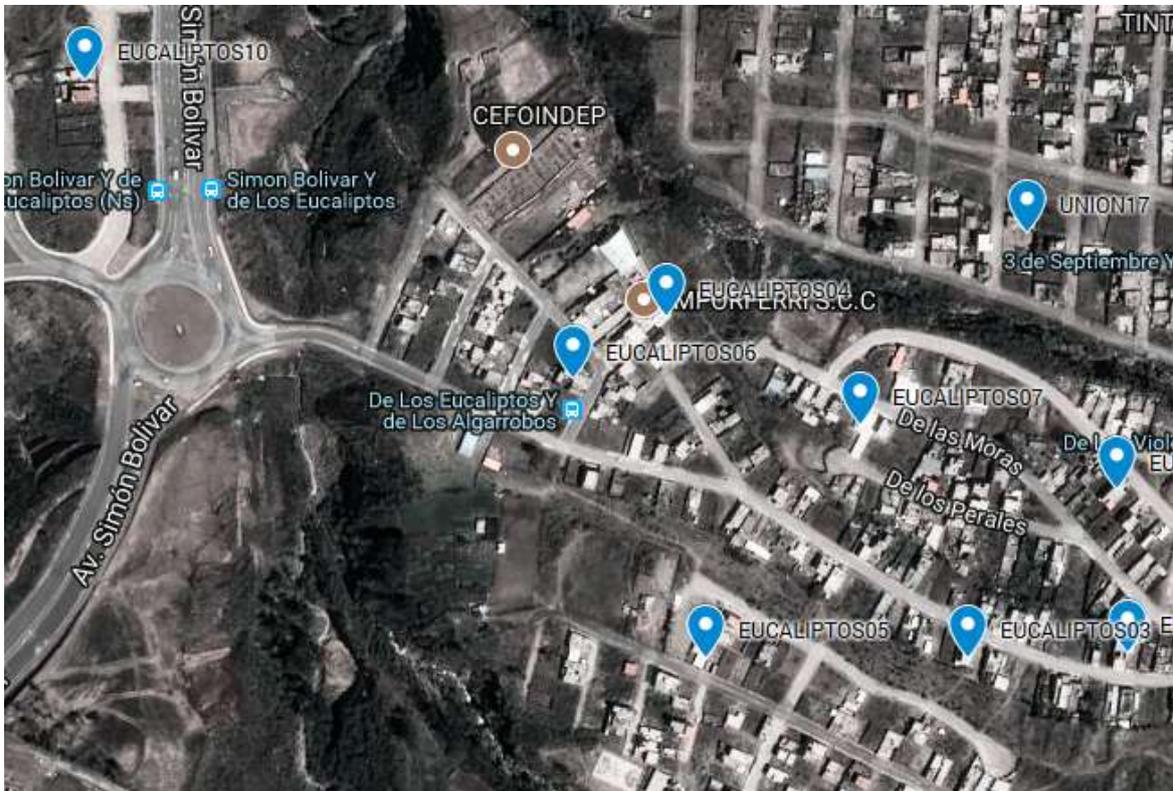
Sector "El Común"



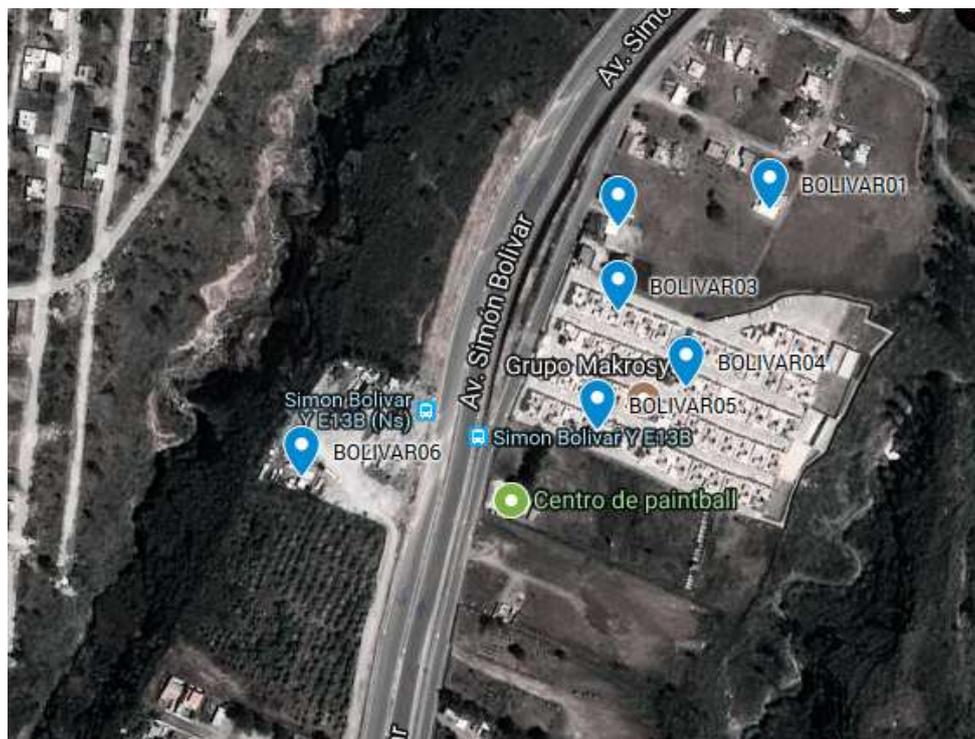
Sector "Ciudad Bicentenario"



Sector “Los Eucaliptos”



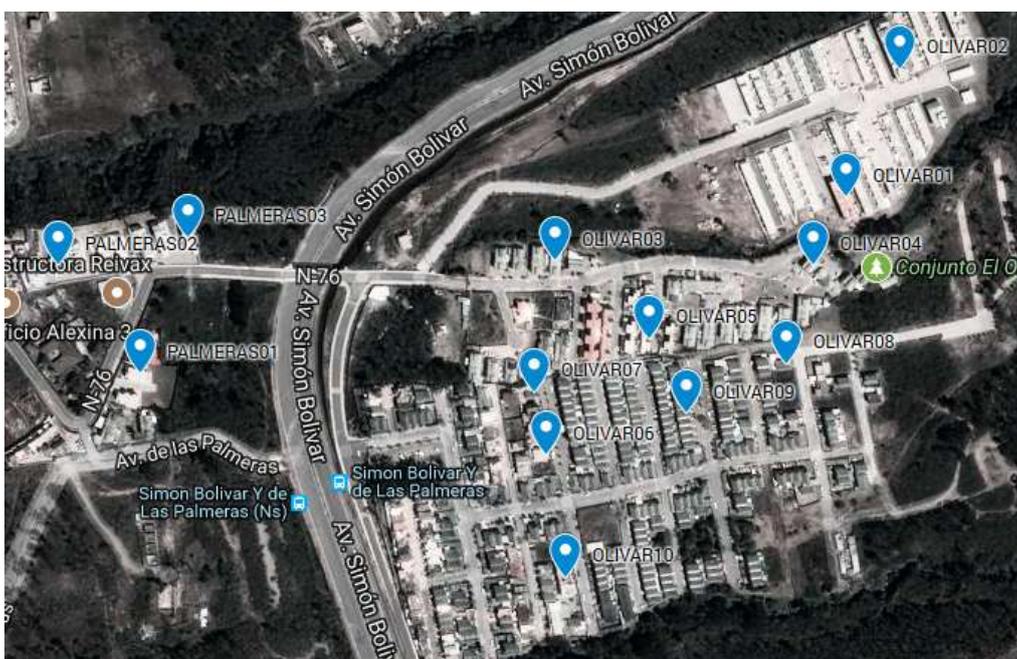
Sector "Simón Bolívar"



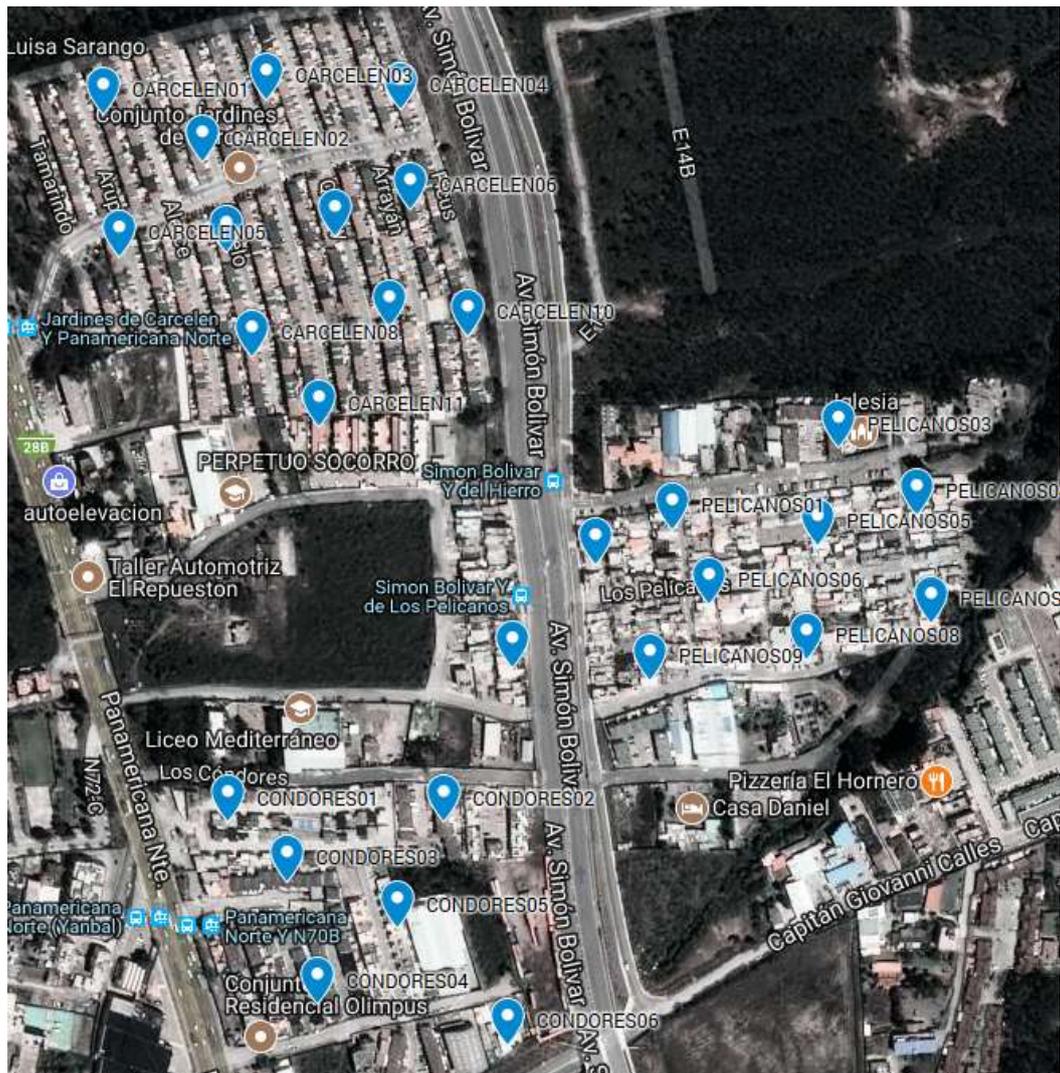
Sector "Urabá"



Sector “El Olivar” y “Las Palmeras”



Sectores “Jardines de Carcelén”, “Los Pelicanos” y “Los Cóndores”



3. Tabla de datos inmobiliarios y nivel de ruido equivalente respectivo.

ID	Superficie (m2)		Habit. #	Baños #	Pisos #	Antig. #	Parq. #	Precio (\$)	NIVEL (dBa)	
	Const.	No Const.						RENTA	VENTA	DIA
LIGA01	350	100	4	3	2	23	1	500	150000	79
LIGA02	380	80	5	4	2	18	1	550	165000	76
LIGA03	180	120	3	2	2	9	1	400	125000	75
LIGA04	160	60	4	2	2	18	0	300	100000	66
LIGA05	340	60	5	3	2	20	1	600	180000	64
LIGA06	220	180	3	2	2	5	1	400	140000	77

LIGA07	180	160	3	2	2	22	0	350	135000	70
LIGA08	200	450	5	4	3	22	1	400	180000	70
LIGA09	220	140	4	2	2	15	1	400	160000	74
LIGA10	450	40	5	4	2	12	1	600	200000	66
LIGA11	180	80	3	2	2	20	0	300	125000	64
LIGA12	230	140	4	2	2	18	0	450	155000	66
LIGA13	180	120	3	2	1	22	1	300	140000	64
LIGA14	300	120	5	4	3	24	1	600	175000	81
LIGA15	250	40	4	3	2	15	0	500	165000	70
LIGA16	200	20	4	3	3	20	1	450	140000	76
INGA01	450	250	4	2	2	18	1	700	275000	78
INGA02	300	750	4	3	2	25	1	600	300000	79
INGA03	240	60	3	2	1	20	0	400	120000	76
INGA04	400	150	4	3	2	15	1	600	200000	82
INGA05	180	120	3	2	2	25	0	450	140000	71
INGA06	200	0	3	2	2	10	1	400	130000	77
INGA07	200	0	3	2	2	10	1	400	130000	75
INGA08	240	0	4	2	2	10	1	450	145000	77
PAMPA01	450	250	6	4	3	20	1	700	325000	64
PAMPA02	200	20	4	2	2	15	1	400	150000	64
PAMPA03	250	80	4	3	2	18	1	600	160000	65
PAMPA04	350	40	4	2	1	16	1	600	275000	64
PAMPA05	280	120	4	2	2	12	1	500	170000	64
PAMPA06	220	20	3	2	2	15	1	450	220000	65
PAMPA07	340	20	4	3	2	18	1	650	255000	65
PAMPA08	380	200	5	3	2	20	1	500	275000	70
PAMPA09	420	250	5	3	2	20	1	700	310000	73
PAMPA10	340	60	4	2	2	22	1	600	225000	67
PAMPA11	350	150	3	3	2	18	1	600	275000	67
DORADO01	490	20	4	3	1	21	1	450	175000	75
DORADO02	450	15	3	2	2	19	0	400	165000	68
DORADO03	300	10	3	2	2	22	0	375	120000	68
DORADO04	190	15	3	2	1	24	0	300	90000	68
DORADO05	480	20	5	3	1	12	1	550	180000	63
DORADO06	175	15	3	2	2	15	1	350	100000	70
DORADO07	190	15	4	2	1	20	0	450	95000	77
MARIETA01	170	10	3	2	2	22	1	400	75000	73

MARIETA02	350	1650	3	1	1	20	1	800	300000	66
MARIETA03	250	20	3	3	2	16	1	500	85000	74
MARIETA04	450	360	5	3	2	18	1	650	160000	66
MARIETA05	360	200	4	3	2	15	1	600	175000	78
MARIETA06	100	10	3	1	1	20	0	300	70000	68
MARIETA07	185	30	3	2	1	22	1	350	85000	74
COMUN01	160	10	3	2	1	25	0	300	75000	68
COMUN02	260	45	4	2	2	22	1	450	90000	61
COMUN03	200	55	4	2	1	20	1	400	85000	64
COMUN04	790	80	6	3	2	16	1	950	275000	61
COMUN05	165	10	3	2	1	18	0	250	65000	55
COMUN06	230	10	3	2	2	20	0	300	80000	56
COMUN07	230	20	4	2	2	15	1	450	95000	73
COMUN08	150	20	3	2	1	15	1	450	85000	70
MONTUFAR01	100	0	3	2	1	6	0	350	50000	77
MONTUFAR02	100	0	3	2	1	6	0	325	45000	70
MONTUFAR03	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	71
MONTUFAR04	100	0	3	2	1	6	0	350	50000	71
MONTUFAR05	150	20	4	2	2	5	1	375	60000	71
MONTUFAR06	130	10	4	3	2	5	0	380	58000	68
MONTUFAR07	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	80
MONTUFAR08	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	80
MONTUFAR09	100	20	4	2	2	5	1	400	60000	59
MONTUFAR10	120	20	4	3	2	5	1	425	65000	60
MONTUFAR11	100	0	3	2	1	6	1	400	57000	77
MONTUFAR12	120	10	4	2	1	5	0	400	60000	62
MONTUFAR13	130	10	4	3	2	5	0	325	50000	58
MONTUFAR14	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	60
MONTUFAR15	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	59
MONTUFAR16	120	10	4	2	2	5	1	400	60000	62
MONTUFAR17	100	0	3	2	1	6	0	325	50000	75
MONTUFAR18	140	20	4	3	2	4	1	450	65000	63
MONTUFAR19	125	0	3	2	1	5	1	400	55000	63
MONTUFAR21	150	0	4	3	2	5	0	400	60000	68
MONTUFAR22	140	20	3	2	2	5	1	450	58000	58
UNION01	200	10	4	2	2	10	0	450	70000	73
UNION02	600	30	5	3	2	10	1	1000	170000	67
UNION03	150	20	3	2	1	15	1	300	65000	70
UNION05	300	50	4	2	2	12	1	600	90000	67
UNION06	160	260	3	2	1	16	1	450	75000	71

UNION07	200	20	3	2	2	10	0	400	65000	67
UNION08	250	20	4	3	2	15	0	500	75000	65
UNION09	200	20	3	2	2	13	1	600	65000	65
UNION10	100	20	4	3	1	11	0	500	55000	66
UNION11	230	10	3	3	1	15	0	450	70000	67
UNION12	220	40	4	3	2	18	1	450	75000	68
UNION13	140	20	3	2	1	15	0	350	60000	63
UNION14	200	10	4	2	2	17	1	350	65000	63
UNION15	180	50	3	3	1	10	1	300	60000	62
UNION16	200	10	4	2	1	12	0	400	65000	63
UNION17	200	250	3	3	2	15	1	500	80000	61
EUCALIPTOS01	200	20	4	2	2	15	0	400	85000	60
EUCALIPTOS02	230	30	4	3	1	18	1	500	90000	59
EUCALIPTOS03	220	10	4	2	2	16	0	450	90000	60
EUCALIPTOS04	200	10	3	2	2	10	0	600	100000	62
EUCALIPTOS05	300	100	5	3	2	15	1	700	125000	63
EUCALIPTOS06	280	20	4	2	1	14	1	550	110000	65
EUCALIPTOS07	380	40	6	4	2	10	1	750	150000	61
EUCALIPTOS08	250	10	4	3	2	15	1	550	105000	75
EUCALIPTOS09	450	30	5	3	2	12	1	700	160000	70
EUCALIPTOS10	250	40	4	2	1	10	1	600	125000	74
BOLIVAR01	240	80	4	2	1	18	1	600	120000	71
BOLIVAR02	150	250	3	2	1	16	1	500	90000	77
BOLIVAR03	110	10	3	2	2	12	0	450	70000	74
BOLIVAR04	110	10	3	2	2	12	0	450	70000	70
BOLIVAR05	110	10	3	2	2	12	0	450	70000	67
BOLIVAR06	100	500	2	1	1	15	1	200	80000	74
BOLIVAR07	240	40	4	2	2	17	1	500	90000	69
BOLIVAR08	150	10	3	2	2	13	0	450	85000	71
BOLIVAR09	350	150	5	3	2	15	1	650	145000	79
BOLIVAR10	250	100	4	2	1	15	1	600	100000	69
BOLIVAR11	550	30	5	3	2	14	1	800	160000	67
URABA03	250	20	4	3	2	15	1	700	145000	66
URABA04	350	50	5	3	2	14	1	900	180000	68
URABA07	280	20	4	3	2	18	1	650	165000	71
URABA08	320	20	5	3	2	15	1	700	150000	71
OLIVAR01	500	50	5	3	2	17	1	700	160000	59
OLIVAR02	225	20	4	2	1	17	1	500	85000	58
OLIVAR03	240	20	4	3	2	13	1	600	85000	70
OLIVAR04	250	50	4	2	2	15	1	650	95000	65

OLIVAR05	240	10	4	2	2	15	1	600	90000	67
OLIVAR06	240	10	3	2	2	12	0	550	85000	69
OLIVAR07	140	10	3	2	1	14	0	400	75000	69
OLIVAR08	200	20	3	2	2	15	0	500	80000	65
OLIVAR09	140	10	3	2	1	10	0	400	75000	66
OLIVAR10	300	30	5	3	2	12	1	600	120000	69
CARCELEN03	150	20	3	3	2	10	1	550	110000	70
CARCELEN04	150	20	3	3	2	10	1	550	105000	75
CARCELEN06	150	20	3	3	2	10	1	550	110000	73
CARCELEN07	180	10	4	3	2	10	1	625	135000	69
CARCELEN09	180	10	4	3	2	10	1	625	130000	71
CARCELEN10	150	20	3	3	2	10	1	550	110000	77
PELICANOS01	170	10	3	2	2	15	0	500	90000	74
PELICANOS03	250	0	4	3	2	12	1	575	100000	67
PELICANOS04	210	10	3	2	1	10	0	500	85000	67
PELICANOS08	260	20	4	3	2	15	1	550	105000	69
PELICANOS09	150	20	3	2	1	18	0	500	80000	74
PELICANOS10	330	40	4	3	2	15	1	650	120000	82
CONDORES01	210	20	4	2	1	17	1	550	95000	69
CONDORES02	230	20	4	3	2	18	1	650	100000	75
CONDORES04	200	10	3	2	1	20	1	600	85000	74
CONDORES05	140	20	3	2	1	15	1	500	80000	72
CONDORES06	550	750	5	4	1	18	1	950	225000	77

4. Tablas de flujo vehicular promedio clasificado por tipo de vía (5 días de muestra).

VIA EXPRESS

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	212	197	210
PESADOS	40	45	38
LIVIANOS	214	193	191
PESADOS	34	37	32

LIVIANOS	195	210	211
PESADOS	38	44	38
LIVIANOS	213	198	201
PESADOS	45	46	36
LIVIANOS	207	211	207
PESADOS	43	39	37

VIA ARTERIAL

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	130	131	138
PESADOS	30	24	31
LIVIANOS	138	130	129
PESADOS	27	27	31
LIVIANOS	136	133	128
PESADOS	27	24	28
LIVIANOS	138	130	127
PESADOS	27	27	25
LIVIANOS	137	129	129
PESADOS	27	29	30

VIA COLECTORA

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
------	---------------------	---------------------	---------------------

LIVIANOS	89	88	91
PESADOS	18	18	18
LIVIANOS	91	86	92
PESADOS	21	20	17
LIVIANOS	87	88	87
PESADOS	20	21	18
LIVIANOS	88	86	86
PESADOS	18	17	19
LIVIANOS	89	88	90
PESADOS	18	19	21

VIA LOCAL PRINCIPAL

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	60	59	59
PESADOS	8	8	9
LIVIANOS	59	59	61
PESADOS	6	9	6
LIVIANOS	58	58	59
PESADOS	8	6	9
LIVIANOS	60	58	61
PESADOS	8	7	7
LIVIANOS	58	62	62
PESADOS	7	10	7

VIA LOCAL MEDIA

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	32	30	30
PESADOS	4	6	4
LIVIANOS	33	31	33
PESADOS	6	6	5
LIVIANOS	32	32	34
PESADOS	5	5	5
LIVIANOS	30	33	31
PESADOS	4	5	4
LIVIANOS	34	34	31
PESADOS	4	4	6

VIA LOCAL BAJA

PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	19	22	19
PESADOS	2	3	4
LIVIANOS	22	23	23
PESADOS	3	2	3
LIVIANOS	24	23	21
PESADOS	3	2	4
LIVIANOS	20	22	19

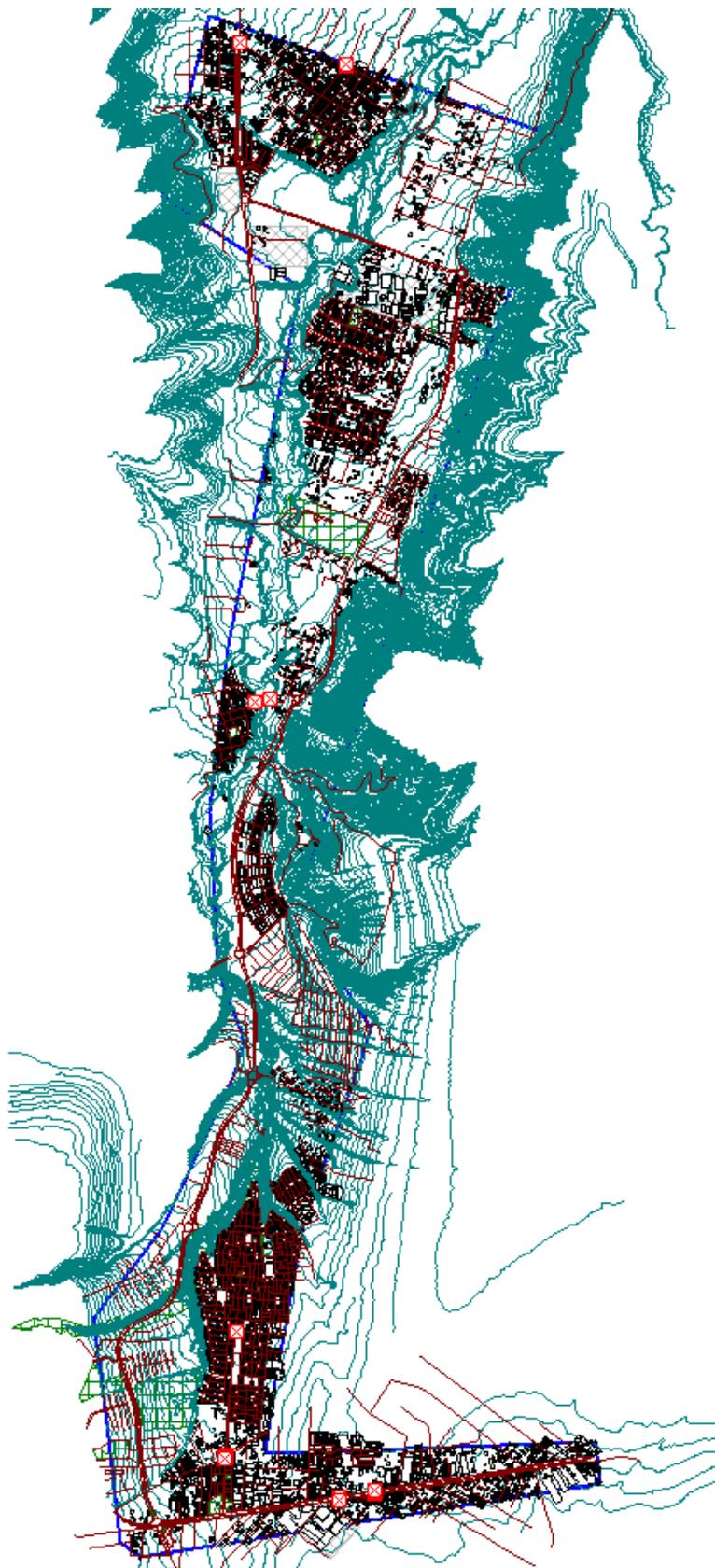
PESADOS	2	2	3
LIVIANOS	20	21	19
PESADOS	3	4	4

PASAJE

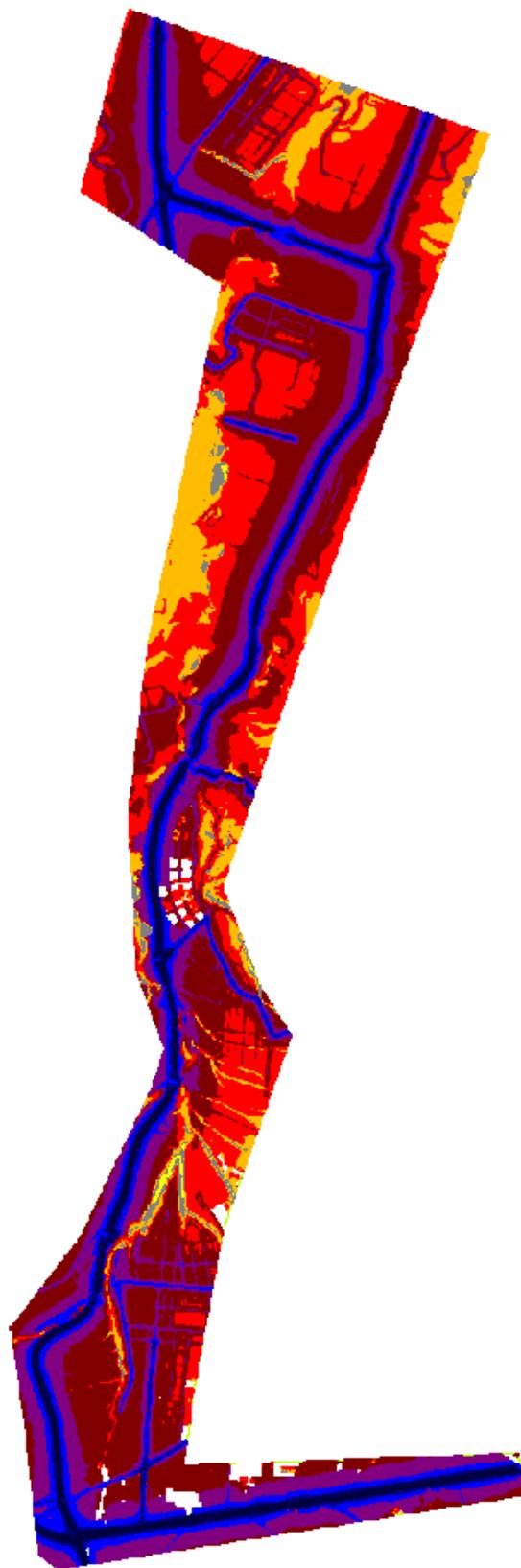
PERIODOS DE 15 MINUTOS

TIPO	MAÑANA (8:00-11:00)	TARDE (14:00-18:00)	NOCHE (19:00-22:00)
LIVIANOS	8	10	10
PESADOS	1	1	1
LIVIANOS	9	8	10
PESADOS	1	1	0
LIVIANOS	10	9	8
PESADOS	0	0	0
LIVIANOS	9	8	10
PESADOS	1	1	1
LIVIANOS	8	10	8
PESADOS	0	0	1

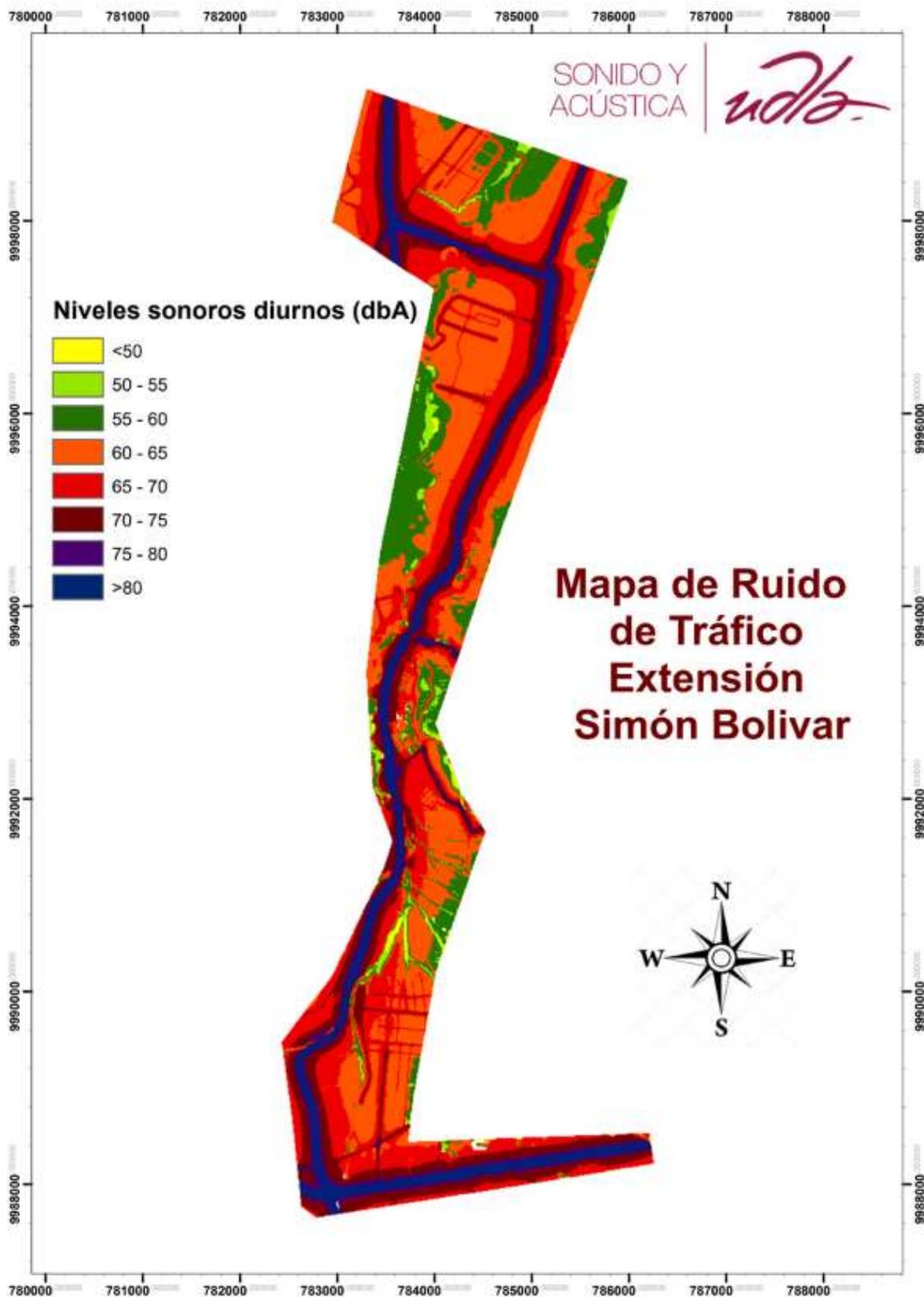
5. Mapa completo curvas de nivel CadnaA



6. Mapa completo malla acústica simulada CadnaA



7. Mapa de ruido de tráfico en la extensión de la avenida simón bolívar



8. Diseño de encuesta realizado a los propietarios.

ID VIVIENDA:• **Pregunta 1**

¿De qué manera considera que afecta la extensión de la vía en términos ambientales?

POSITIVA.....

NEGATIVA.....

NEUTRA.....

• **Pregunta 2**

¿Considera usted que la presencia de ruido de tráfico causado por la extensión de la vía afecta a su domicilio de algún modo?

SI.....

NO.....

TALVEZ.....

• **Pregunta 3**

¿Considera usted que la presencia de ruido de tráfico tiene un impacto menor o mayor en términos económicos a la valoración de su domicilio con respecto a la facilidad de acceso vial?

MAYOR.....

IGUAL.....

MENOR.....

• **Pregunta 4**

¿De qué manera considera usted que el nivel de ruido de tráfico que incide en su hogar afecta en el precio del mismo?

POSITIVAMENTE.....

NEUTRO.....

NEGATIVAMENTE.....

• **Pregunta 5**

¿Consideraría usted alterar el valor de venta o renta de su domicilio por factores como el ruido de tráfico?

DEFINITIVAMENTE.....

TALVEZ.....

POCO PROBABLE.....

DE NINGUNA MANERA.....

