



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

INFLUENCIA DEL RUIDO DE TRÁFICO EN VALORACIÓN HEDÓNICA DE
VIVIENDAS EN LA PARROQUIA URBANA SANTO DOMINGO DEL
CANTÓN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

AUTOR

Liz Karolina Veloz Salazar

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

INFLUENCIA DEL RUIDO DE TRÁFICO EN VALORACIÓN HEDÓNICA DE
VIVIENDAS EN LA PARROQUIA URBANA SANTO DOMINGO DEL
CANTÓN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

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

Profesor guía

PhD. Luis Alberto Bravo Moncayo

Autor

Liz Karolina Veloz Salazar

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

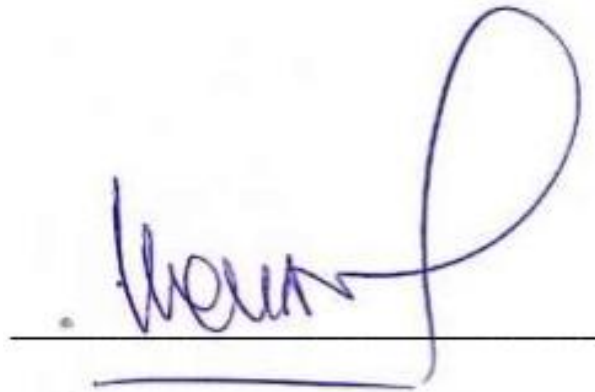
"Declaro haber dirigido el trabajo, Influencia del ruido de tráfico en valoración hedónica de viviendas en la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados, a través de reuniones periódicas con el estudiante Liz Karolina Veloz Salazar, en el semestre 202020, orientando sus 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: 1711710606

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Influencia del ruido de tráfico en valoración hedónica de viviendas en la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados, del estudiante Liz Karolina Veloz Salazar, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Miguel Ángel Chávez Avilés

Master of Science in Sustainable Building Engineering

CI: 1710724848

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.”



Liz Karolina Veloz Salazar

CI: 1724858368

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida y por bendecir la mía con personas maravillosas: Mis padres, Luis y Mónica que, con su amor y su esfuerzo, me han apoyado en cada etapa de mi vida, permitiéndome alcanzar grandes metas. Mi familia con sus sabios consejos y su compañía me han demostrado que nunca estaré sola. Mis maestros, especialmente, Luis y Miguel Ángel, con su ayuda, tiempo y paciencia he podido culminar este trabajo. Mis amigos y compañeros que con sus locuras y ocurrencias convirtieron los problemas de este trayecto en una carga más ligera. Y Andrés, un ser incondicional. A ustedes: ¡Infinitas gracias!

DEDICATORIA

A quienes creyeron en mí y estuvieron a mi lado apoyándome de alguna manera en todo este trayecto para que este sueño se haga realidad. Ustedes significan todo para mí: mi familia y amigos.

RESUMEN

Este trabajo de titulación está basado en evaluar la influencia que tiene el ruido por tráfico en los precios de renta y venta de los inmuebles de la parroquia Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados. Primeramente, se realizó un mapeo de ruido de tráfico de esta zona en un software de modelamiento acústico computacional, para obtener el nivel de ruido equivalente día-noche (Ldn). Esta parroquia y en sí la ciudad en su totalidad no cuenta con un estudio de niveles de ruido hasta la actualidad. El nivel de ruido junto a otros valores que determinan las características físicas que posee inmueble han sido tomado como variables para realizar la evaluación del precio de renta y venta. Los datos de los inmuebles fueron conseguidos mediante búsquedas en páginas web de empresas inmobiliarias de la ciudad. Esta información recopilada se la adjuntó en una base de datos para posteriormente determinar los precios mediante un cálculo con regresiones. En un software de análisis estadístico fueron desarrollados dos modelos de regresiones para estudiar por separado el caso para la renta y el caso para la venta. A partir de este cálculo se obtuvieron resultados diferentes para cada caso. Cumpliéndose con la hipótesis planteada para este trabajo, en el caso de las propiedades en renta, existe una reducción de 11 dólares en el precio por cada aumento en el nivel de ruido. Mientras que, en el caso para las propiedades en venta, la hipótesis deja de cumplirse debido a que no existe disminución en precio por aumento del nivel de ruido.

ABSTRACT

This degree work is based on assessing the traffic noise influence over properties rent and selling prices in Santo Domingo parish of Santo Domingo de los Colorados city.

At first, a traffic noise mapping was done in Cadna in order to obtain the equivalent day-night noise level (Ldn). This parish and the city don't have a noise level research to the present date. Noise level data along with other data that determine physical features of properties are taken as variables for evaluating rent and selling prices. Property prices data were obtained from local real state websites. This data summary was added into a database for determining prices through a regression calculation. In R two regression patterns were developed to study separately rent cases and selling cases. As from this calculation different results were obtained for each case. Being fulfilled with the proposed hypothesis for this work, for the rent case there is a USD 11.00 decrease for each single decibel increased in the noise level. Whereas in the selling case the hypothesis was not carried out because there was not price decreasing for every decibel increased in noise levels.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Marco referencial.....	3
1.3. Hipótesis.....	4
1.4. Alcance.....	5
1.5. Justificación.....	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo general.....	5
1.6.2. Objetivos específicos.....	6
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Valoración económica del ruido.....	6
2.1.1. Método de valoración contingente (MVC).....	8
2.1.2. Método precios hedónicos.....	9
2.2. Mapas de ruido.....	11
2.2.1. Metodología por medios predictivos.....	12
2.2.1.1. Modelo de cálculo RLS 90.....	12
2.3. Estadística inferencial.....	14
2.3.1. Modelo de regresión lineal múltiple.....	14
2.3.2. Coeficiente de determinación R^2	14
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	15
3.1. Mapeo de ruido.....	17
3.1.1. Conteo vehicular.....	17
3.1.2. Clasificación de carreteras y vehículos.....	18
3.1.3. Identificación de edificios.....	19
3.1.4. Simulación de mapa de ruido.....	20
3.2. Información de inmuebles.....	20
3.3. Valoración hedónica de inmuebles.....	21
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	22

4.1. Mapa de Ruido.....	22
4.2. Influencia del ruido en precio de inmuebles.....	29
4.2.1. Correlación entre variables.....	29
4.2.3. Precio de Renta.....	31
4.2.4. Precio de Venta.....	32
5. CAPÍTULOS V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1. Conclusiones.....	37
5.2. Recomendaciones.....	38
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS.....	45

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La contaminación acústica por ruido de tráfico es un problema mundial que ha crecido en entornos urbanos. Este tipo de contaminación afecta en gran manera la salud de las personas ya sea por, malestar, trastorno de sueño, estrés y peor aún la pérdida de la capacidad auditiva (Chávez 2006). Además de ser un problema en el sector de la salud humana, se ha vuelto un tema de discusión en el sector del mercado inmobiliario, tratando de definir la variación del precio de inmuebles según el aumento o la disminución del nivel del ruido.

Sin embargo, son pocos los países en donde se han realizado investigaciones sobre temas como la contaminación acústica y sus efectos negativos. Ecuador es un país donde es escasa la información y el conocimiento de este tipo de temas, esta puede ser una razón por la que en Santo Domingo de los Colorados no existe un mapeo de ruido que muestre los niveles de presión sonora a los que está expuesta la población.

El impacto por ruido de tráfico crece a medida que las ciudades se desarrollan con el pasar del tiempo. Este crecimiento de contaminación acústica viene dado por el aumento del número de vehículos que transitan a diario por la ciudad. Esto puede dar como consecuencia impactos económicos importantes en varios sectores, como el sector de la salud debido a la cantidad de personas afectadas por causa del ruido. Otro sector afectado es el inmobiliario. Debido a la infraestructura física de la ciudad y el ruido que se produce dentro de ellas, el precio de las propiedades, especialmente las residenciales, no puede ser definido con exactitud (Sandoval, 2005).

Para realizar una evaluación del ruido de tráfico a gran escala, se desarrollan mapas de ruido, los cuales son una herramienta de mucha ayuda a la hora de realizar la planificación urbano-ambiental, ya que facilitan la construcción de

indicadores de ruido urbano. Además, permite conocer fácilmente las zonas donde existe mayor riesgo por contaminación acústica a la que las personas se encuentran expuestas (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo y Rendón, 2012).

Por otra parte, para determinar el efecto del ruido en la valoración económica de las viviendas se utiliza el método de precios hedónicos (Aguirre y Ramos, 2005). Con este método se puede evaluar el precio de una propiedad, dependiendo de las influencias externas que esta tenga como la contaminación sonora. Esta técnica puede ser aplicable a todo tipo de edificaciones, ya sean casas, casas unifamiliares o departamentos, y también a cualquier tipo de transacción comercial (compra-venta o alquiler).

Huh y Shin (2018) afirman que los niveles de ruido por tráfico y las fuentes que lo producen han ido aumentando debido al aumento de zonas de industrialización y zonas de urbanización. Además, argumentan que la reducción de ruido da paso a que la productividad en general se incremente y el bienestar de la sociedad mejore.

Un estudio realizado en Machala-Ecuador, indica que la contaminación por ruido ambiental da como resultado un efecto negativo en el precio de alquiler de viviendas (Zambrano-Monserrate y Ruano, 2019). Se llegó a la conclusión que por cada incremento de un decibel (dB) en el nivel de ruido del sector donde se encuentra la residencia, su precio disminuye en promedio un 1.97%. Por esta razón los habitantes prefieren optar por viviendas en zonas con ambiente tranquilo. Es decir, los habitantes consideran que vivir en zonas silenciosas es más valioso que estar en zonas con servicios exclusivos donde existe mayor contaminación por ruido.

Por otro lado, el ruido dentro del periodo nocturno (21h00 - 07h00) es más molesto que el ruido producido durante las horas diurnas (Lowicki y Piotrowska, 2015). Por esta razón es que existe disminución del precio de los

departamentos, porque sus inquilinos sienten que les afecta más el ruido de tráfico en horas nocturnas que en horas diurnas.

Esta información es el resultado de encuestas realizadas a la población para conocer su punto de vista en temas como el ruido por tráfico y qué medidas tomarían para su disminución. Según Correa, Osorio y Patiño (2015) los habitantes de Medellín están dispuestos a invertir dinero para implementar programas que permitan reducir el ruido producido por el tráfico vehicular. Las autoridades encargadas del control ambiental deben dar prioridad no necesariamente en zonas donde existan mayores niveles de ruido, sino a zonas donde la población declare que existe mayor molestia.

En Ecuador, se realizó un estudio para valorar económicamente el ruido por tráfico en zonas urbanas de Quito para poder entender el impacto que tiene el ruido vehicular en el ambiente. Mediante una encuesta realizada a los habitantes de la ciudad de Quito, se logró obtener un valor medio por el cual estarían dispuestos a pagar para poder disminuir las molestias que causa el ruido por tráfico. Este valor medio se encuentra en el rango de 10.4 dólares a 20.8 dólares al año. Sin embargo, existe un gran número de habitantes que no creen que los planes de acción para reducir este problema sean eficientes, por lo cual, no están dispuestos a pagar (Bravo, Pavón, Naranjo y Mosquera, 2017).

Kim, Park y Kweon (2015), describen un análisis de un estudio realizado en Bucheon en el año 2003 por Lim y Ko, donde se evaluó el precio de las viviendas según el impacto por ruido de tráfico. Con este estudio se llegó a la conclusión de que el precio de departamentos tiene una disminución del 0,3% por cada aumento de decibel en ruido de tráfico y la depreciación es más pronunciada en departamentos de mayor superficie.

1.2. Marco referencial

El proyecto se centra en la parroquia Santo Domingo de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, la cual está expuesta a contaminación por ruido de tráfico. En esta ciudad son muy poco conocidas las consecuencias causadas por el ruido, y recientemente se está implementando el control a varias zonas de la ciudad, especialmente zonas céntricas y con mayor movimiento comercial. Actualmente el precio de las viviendas está considerado por la ubicación y el uso que se le da a dicha infraestructura, sin tomar en cuenta los factores externos como la contaminación por ruido de tráfico. La zona con más movilización de Santo Domingo de los Colorados se encuentra en el sector céntrico donde los habitantes realizan todas sus actividades diarias. Esta ciudad ha crecido debido a que los habitantes han extendido la zona de residencia hacia los alrededores, alejándose de la facilidad de acceso a los servicios que se encuentran en el centro de la ciudad. Por tal razón el precio de renta y venta de las viviendas que se encuentran en los sectores aledaños de la ciudad es menor en comparación a las viviendas que se encuentran más cercanas al centro. Cabe recalcar que el sector céntrico tiene niveles muy altos de ruido, en cambio las viviendas aledañas se encuentran en zonas silenciosas, ya que no existe tránsito vehicular frecuente. En este proyecto se realizará el estudio del nivel de ruido al que está expuesto la parroquia Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados, haciendo la construcción de un mapa de ruido para determinar la relación del precio con los niveles de ruido ambiental de donde se encuentra ubicado el inmueble.

1.3. Hipótesis

Hoy en día las personas prefieren habitar en lugares tranquilos donde no exista mucha exposición al ruido, ya que sus consecuencias pueden afectar gravemente a la salud humana. Por ello las personas están dispuestas a pagar un valor más alto por aquellas viviendas que no están expuestas a niveles extremos por ruido de tráfico. Existe por tanto una correlación entre el NPS ocasionado por el ruido de tráfico y el precio de las viviendas. Estos dos

factores tienen una valoración inversamente proporcional, es decir, mientras una vivienda esté expuesta a más nivel por ruido de tráfico va a tener una disminución en su valoración económica en comparación a una vivienda que se encuentre en una zona tranquila que no esté afectada por altos niveles de presión sonora.

1.4. Alcance

Para este proyecto primeramente se realizará un mapeo de ruido en un software de modelamiento acústico (CadnaA) para conocer mediante una predicción los niveles producidos por el tráfico en la parroquia urbana de Santo Domingo. Para dicho proceso se hará un conteo vehicular en las calles de esta parroquia según el tipo de vehículos y la clasificación de las vías. Una vez obtenida la información de los niveles de ruido existentes en la parroquia se realizará el análisis de precios hedónicos y verificar si el sector económico inmobiliario puede verse afectado por este tipo de contaminación.

1.5. Justificación

Con este estudio se busca estimar el valor del ruido en el precio de renta y venta de los inmuebles de la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados mediante una valoración económica por el método de precios hedónicos. Además, esta información puede aportar a futuras investigaciones que traten sobre el tema o relacionado a este y ser un respaldo para las empresas inmobiliarias que tomen en cuenta el ruido como un factor influyente en el costo de renta y venta de las propiedades.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Estimar el costo del ruido de tráfico en la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados mediante el método de valoración económica de precios hedónicos.

1.6.2. Objetivos específicos

- Recolectar información acerca del precio actual de los inmuebles de la parroquia urbana Santo Domingo
- Desarrollar el mapa de ruido de tráfico a través del software para mapeo de ruido CadnaA.
- Realizar el análisis estadístico del ruido sobre la valoración de renta y venta de los inmuebles del sector.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Valoración económica del ruido

El constante desarrollo urbano trae consigo problemas medioambientales que causan molestias en las personas y en varios casos afectaciones a la salud. Uno de estos problemas que afecta en mayor medida es el ruido causado por el tráfico vehicular. Datos descritos por la OMS demuestran que la mayoría de las personas se sienten moderadamente molestas cuando el nivel de ruido está en los 50 dB, las mismas se ven seriamente afectadas cuando el nivel se sitúa en 55 dB, mientras que los niveles que sobrepasan los 65 dB se convierten en un problema perjudicial para la salud.

Según Correa, Osorio y Patiño (2011), el ruido se lo considera en la literatura económica como un contaminante que genera costos muy bajos, el cual presenta características particulares que no permiten establecer su valor económico. El ruido ambiental es una externalidad negativa que ha causado impactos económicos importantes, uno de ellos es el mercado inmobiliario (Zambrano-Monserrate y Ruano, 2019). Por otro lado, el sector del transporte genera dos tipos de contaminación: atmosférica y acústica. Por lo cual no se encuentra exento de responsabilidad por su gran impacto que afecta a la calidad ambiental (Bravo, 2017). Por tal razón el ruido de tráfico es considerado como una de las principales fuentes de contaminación acústica,

ya que está relacionado con el constante crecimiento de número de vehículos que circulan por la ciudad.

Cuando se habla sobre el efecto del ruido en el precio de las viviendas, varios estudios han demostrado la relación inversa entre el crecimiento del nivel de ruido y el precio de las viviendas que da como resultado un efecto negativo del ruido sobre el precio de estas y una disposición a pagar (DAP) positiva por parte de los ciudadanos para reducir los niveles de ruido (Correa, Osorio y Patiño, 2011).

La valoración económica sobre las molestias por ruido de tráfico se basa en la disposición a pagar (DAP). De esta manera se puede obtener de una persona la máxima cantidad monetaria que esté dispuesta a pagar para reducir o prevenir el ruido provocado por el tráfico urbano. Estas técnicas dependen del tipo de preferencias a la que estén sujetas, pueden ser explícitas o implícitas.

Cuando se habla de preferencias explícitas y el grupo que se encuentra afectado es individual, la técnica para medir el valor de las molestias causadas por el ruido de tráfico es la valoración contingente y su aproximación es psicométrica. Si las preferencias son implícitas y el grupo afectado también es individual, la medida de valoración se la realiza mediante la valoración de los precios hedónicos, los costos de prevención y la técnica de aproximación más adecuada es la econométrica.

Por último, si el grupo que está siendo afectado es la sociedad, se puede tener soluciones mediante decisiones de tribunales o aplicando costos de prevención. En este caso quien estaría a cargo de la aproximación es tutelar del problema en cuestión. La siguiente tabla muestra un resumen de las técnicas usadas para determinar la valoración del ruido:

Tabla 1: *Técnicas de valoración del ruido.*

Tipo de preferencia	Grupo afectado	Técnica de valoración	Aproximación
Explícita	Individual	Valoración contingente	Psicométrica
Implícita	Individual	Precios hedónicos Costos de prevención	Econométrica
Implícita	Social	Costos de prevención Resultado de decisiones	Tutelar

Las técnicas más usadas para determinar el valor del ruido por tráfico son las de valoración contingente y precios hedónicos (Sandoval, 2005).

2.1.1. Método de valoración contingente (MVC)

Este método se basa en información que es obtenida mediante encuestas hechas a los ciudadanos. El objetivo de este método es establecer la máxima disposición a pagar (DAP) por reducir la contaminación por ruido y también establecer cuál sería la mínima compensación que las personas están dispuestas a aceptar (DAA) por verse afectadas por el ruido.

Del Saz Salazar (2004), describe que la valoración contingente tiene cuatro fases diferentes que se relacionan entre sí, estas son: planificación y desarrollo, elaboración y administración de las entrevistas, recolección de datos y análisis y publicación de los resultados.

Para determinar este método de valoración se describe a los encuestados un supuesto escenario donde explica cuáles serán los planes de acción para

mejorar su bienestar. Es decir, cuál será el cambio en la calidad ambiental, en este caso reducir el nivel de ruido, y desde este supuesto ellos declararán su máximo valor a pagar (DAP) o la mínima disponibilidad a aceptar por esta reducción de ruido. Una vez recolectada esta información se realiza una aproximación econométrica de la DAP o DAA media de la población y se establece el valor total destinado al impacto sobre el bienestar.

Este método de valoración contingente es el más aplicado debido a su utilidad para cuestionar bienes ambientales, a pesar de que ha recibido muchas críticas debido a que las personas proponen hacer algo por mejorar la calidad ambiental, pero al momento de accionar no lo cumplen. Comúnmente esto sucede porque el encuestado no está en total acuerdo con el escenario propuesto, es decir, no está convencido totalmente que se llegue a mejorar el nivel de bienestar. En estos casos, estas respuestas no son tomadas en cuenta para no tener inconsistencias en los resultados.

2.1.2. Método precios hedónicos

Las personas pagan para adquirir bienes que satisfagan necesidades específicas a partir de las características que estos bienes poseen. Por tal razón es que se comparan precios expresándolos en aumento o disminución de acuerdo a las variaciones de características que poseen estos bienes. Esta alteración de precios puede definirse mediante modelos estadísticos de tipo econométricos, donde existe una variable dependiente, en este caso el precio, está declarada por la variación de las demás características o variables independientes. Para estimar el costo de un bien según lo mencionado anteriormente, es necesario realizar un estudio de precios hedónicos (Aguirre y Ramos, 2005).

El método de precios hedónicos calcula la variación del precio de una propiedad de acuerdo al nivel de ruido a la que esta se encuentre expuesta,

ya sea causado por el transporte, industrias, comunidad, entre otros. El precio de cada propiedad varía de acuerdo a sus características estructurales como el área del terreno, el área del inmueble, los materiales de construcción, número de pisos, número de habitaciones, años de construcción, etc. En cuanto a sus características de entorno se encuentra la ubicación de la propiedad, servicios que lo rodean o se encuentran cerca, nivel de seguridad. Y en las características ambientales se tiene la contaminación atmosférica, nivel de ruido, presencia de zonas verdes o parques en el sector.

Para cuantificar el valor de una propiedad utilizando este método, se realizan regresiones hedónicas según las variables que tengan algún impacto sobre el precio de alquiler o venta de las propiedades, se lo expresa en la siguiente ecuación:

$$P = f(S_1, S_2, \dots, S_i, N_1, N_2, \dots, N_i, X_1, X_2, \dots, X_i)$$

Ecuación 1. Cálculo según el método de precios hedónicos

Dónde:

P : es un vector que indica el precio de las propiedades,

S : es un vector de características estructurales de los inmuebles,

N : es un vector de características que definen el entorno de ubicación,

X : es un vector de características ambientales siendo X_i el nivel de exposición al ruido.

Una vez derivado el precio en función de la exposición al ruido, se puede obtener el coeficiente hedónico para la variable ruido, el cual muestra el costo incidental del ruido. A partir de esta derivada se obtiene el Índice de depreciación por sensibilidad al ruido (NSDI - Noise Sensitivity Depreciation Index) que se lo define como la relación porcentual entre la variación en el precio y la variación en el nivel de exposición al ruido. El NSDI es expresado de la siguiente manera:

$$NSDI = \frac{\Delta P}{\Delta Q_i} \%$$

Ecuación 2. Índice de depreciación por sensibilidad al ruido

Donde:

ΔP : es el cambio en el precio transaccional del bien inmueble,

ΔQ_i : es la variación de la exposición al ruido.

2.2. Mapas de ruido

Un mapa de ruido representa de manera gráfica el perfil de ruido que existe en un área geográfica. El objetivo principal es evaluar la situación acústica de un sector específico y dar información acerca de los niveles de ruido existentes. Por lo general los niveles de ruido son representados mediante colores los cuales ayudan a entender los resultados en el mapa.

Un mapa de ruido es útil para la poder estimar la exposición al ruido a la que se encuentran los habitantes de un sector de una ciudad. Además, esta información obtenida por los mapas de ruido es beneficiosa para la planificación urbana. También es considerado como una herramienta de apoyo para tomar medidas técnicas económicas y de control ante el ruido ambiental a través de una comparación entre niveles sonoros obtenidos del mapeo y los especificados en normas de regulación sobre contaminación ambiental.

Para llevar a cabo una correcta elaboración de un mapa de ruido, se debe realizar un plan de muestreo. Dentro de las distintas metodologías de muestreo se utilizó el siguiente:

2.2.1. Metodología por medios predictivos

Este método se lo realiza aplicando modelos matemáticos que ayudan a predecir los niveles de ruido de acuerdo a la fuente sonora que los generan. Pueden ser, ruidos por industrias, ruido de tráfico, aeropuertos, etc. En este método no hay limitaciones para poner los puntos de medida o receptores, se los puede colocar según el interés que se tiene para realizar el estudio.

Este método es el más útil para estudiar diferentes escenarios en el tiempo y condiciones de diseño de fuentes de ruido, tales como planificación urbanística, distribución de tráfico, etc. Otra de las utilidades es que se puede realizar predicciones del efecto de los cambios en el ambiente acústico que es producido por el crecimiento urbano y utilizarlo como una ayuda para evaluar el impacto ambiental.

Dentro de las metodologías de predicción están los métodos de ingeniería los cuales se basan en ecuaciones de predicción y los métodos de programas informáticos. Dentro del mercado informático existen diversos programas comerciales útiles para estudiar situaciones acústicas en el exterior. Entre algunos de estos están iNoise, Predictor, Mithra, SoundPlan, Cadna, ENM, IMMI, etc. Este tipo de programas de predicción acústica tienen sus propias formas y modelos de cálculos y algunos son capaces de adaptarse a normas locales e internacionales (Suarez y Valdebenito, 2008).

2.2.1.1. Modelo de cálculo RLS 90

El modelo de cálculo alemán RLS 90 (*Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen*), es un método de predicción para evaluar el ruido generado por el tráfico rodado en función de las características de las vías, tales como (Biasi, Nercolini, Buss, y Suckow, 2018):

- Flujo vehicular promedio por hora, separado por tipos de vehículos.
- La velocidad según el tipo de vehículo.
- Tipo de carretera y material.
- Factores que influyen en la propagación del ruido, como reflexiones de los edificios.

El punto de partida de este cálculo es el nivel de ruido de emisión (L_{mE}), medible a 25 metros de distancia del centro de la carretera y 4 metros sobre el suelo. Este $L_{mE}^{(25)}$ es el nivel estandarizado en función del número de vehículos que circulan por hora, a una velocidad de 100 km/h en el caso de los autos y 80 km/ para vehículos pesados, con un gradiente de carretera inferior al 5%, y que la superficie de esta no esté ranurada. $L_{mE}^{(25)}$ Viene dado por la siguiente ecuación:

$$L_{mE}^{(25)} = 37.3 + 10\log[Q * (1 + 0.082 * P)]$$

Ecuación 3. Nivel estandarizado.

Dónde

Q : Es el número de vehículos por hora,

P : Es el porcentaje de vehículos pesados con un peso mayor a 2.8 toneladas.

A continuación, mediante correcciones se cuantifica las desviaciones de las condiciones idealizadas según la ecuación (Murillo, Gil, Zapata, y Téllez, 2015):

$$L_{mE} = L_{mE}^{(25)} + C_s + C_{rs} + C_g + C_r$$

Ecuación 4. Nivel de ruido de emisión

Dónde

C_s : Es la corrección para velocidad,

C_{rs} : Es la corrección para la superficie de la carretera,

C_g : Es la corrección para el gradiente de la carretera,

C_r : Es la corrección para los factores que influyen en la propagación del ruido

2.3. Estadística inferencial

2.3.1. Modelo de regresión lineal múltiple

Se utiliza este modelo de regresión para crear un modelo lineal en donde el valor de la variable dependiente se genera a partir de diversas variables independientes o predictores. El modelo de regresión múltiple permite predecir el valor de la variable dependiente o evaluar la relación que tiene cada predictor sobre ella. Este modelo de regresión está representado por la ecuación:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$$

Ecuación 5. Modelo de regresión lineal múltiple

Dónde:

β_0 : Es la ordenada en el origen

β_i : Es el aumento o disminución en una variable predictora X_i

X_i : Es la variable predictora

ε : Es el error del modelo

2.3.2. Coeficiente de determinación R^2

Este coeficiente es utilizado para medir la precisión del modelo, muestra qué tan sólida es la relación que existe entre la variable dependiente con las

variables independientes (Galindo, 2015). El coeficiente de determinación múltiple viene dado por la ecuación:

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

Ecuación 6. Coeficiente de determinación

Dónde:

VE: Es la varianza explicada,

VT: Es la varianza total.

Los valores de R^2 se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla 2: *Clasificación de los valores de R^2 según sus intervalos.*

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

El valor de este coeficiente es adimensional, es decir, las transformaciones lineales de las variables no le afectan, por lo cual, si las unidades de medida son cambiadas, el valor del coeficiente de determinación no va a variar (Abuín, 2007).

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Este estudio es llevado a cabo en la parroquia Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados. Está área de estudio ha sido seleccionada por su alta dinámica, al ser un sector céntrico del cantón debido a que en esta zona existe mucho movimiento comercial especialmente en las avenidas y calles: 29 de Mayo, Quito, Guayaquil y sus transversales. En esta zona se dan

entre el 80% y 90% del intercambio de bienes y servicios (Dirección de Planificación, 2015). Dentro de este sector se ubican bancos, municipio, mercados, tiendas de ropa y calzado, ferreterías, restaurantes, terminal Interparroquial, entre otros sitios que activan el movimiento de la ciudad. Además, en este sector predomina el comercio informal, un problema que se ha dado por más de 25 años y se ha originado por la falta de espacio en los mercados establecidos. Por todas estas actividades, en el área de estudio existe congestión ya sea peatonal o vehicular.

La parroquia Santo Domingo se encuentra en el centro del cantón Santo Domingo de los Colorados. Esta parroquia tiene forma triangular como se muestra en la figura 1 (color rojo), y se encuentra limitada al norte por la unión de la Av. Tsáchila y Av. Esmeraldas, al sur por la Av. Quito, al este por la Av. Tsáchila y al oeste por la Av. Esmeraldas.

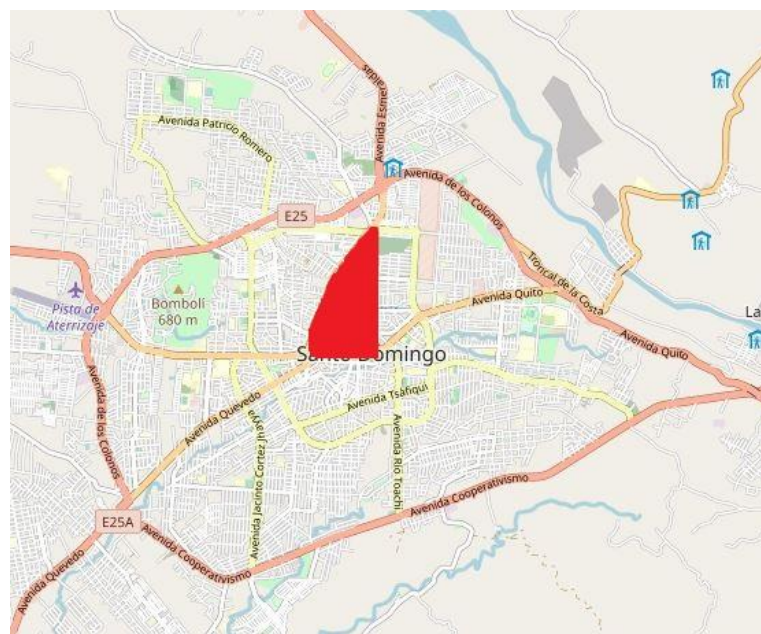


Figura 1. Ubicación de la parroquia Santo Domingo (color rojo) dentro del mapa del cantón Santo Domingo de los Colorados.

Tomado de: <https://www.openstreetmap.org/>.

Santo Domingo ha tenido falencias en cuanto a la organización y planificación del uso de suelo, lo que ha permitido que el comercio informal haga el uso indiscriminado de más del 70% de las avenidas y calles en el centro de esta ciudad donde ocurre casi el 90% de viajes urbanos (Dirección de Planificación, 2015). Otro problema es la escasez de parqueaderos privados, lo que obliga a usuarios de vehículos a estacionarse en cualquier lugar impidiendo el desplazamiento adecuado de personas y vehículos

La congestión vehicular se da por niveles en varios tramos y zonas específicas de la red vial principal, el volumen de tráfico vehicular incrementa en horas pico y por la afluencia de todo tipo de vehículos como buses, camiones, autos, motos, furgonetas escolares, etc. Estas son las razones por las que el nivel de ruido incrementa en estos sectores céntricos del Cantón Santo Domingo de los Colorados, especialmente en la Parroquia Santo Domingo.

3.1. Mapeo de ruido

Para cumplir con el objetivo principal de este proyecto es necesario desarrollar un mapa de ruido de la parroquia Santo Domingo, ya que hasta la actualidad no se han realizado mapeos donde se pueda apreciar los niveles de ruido de la ciudad. El mapeo de ruido fue realizado mediante un modelo de predicción, para lo cual fue necesario realizar un previo conteo vehicular y la caracterización de las avenidas y calles de la parroquia a estudiar. Además, la altura de las edificaciones fue obtenida mediante *OpenStreetMap*.

3.1.1. Conteo vehicular

Para obtener información acerca del flujo vehicular se llevó a cabo un conteo realizado en las avenidas y calles de la parroquia Santo Domingo. Esto se efectuó durante una semana, haciendo dos conteos por avenida: en el día y en la noche, durante periodos de 15 minutos y en 18 puntos en diferentes vías a lo largo del sector. Los datos de conteo fueron extrapolados a periodos de una hora.

En las figuras 2 y 3 se muestra mediante barras los resultados de los conteos realizados durante periodos diurnos y nocturnos en las calles de la parroquia Santo Domingo.

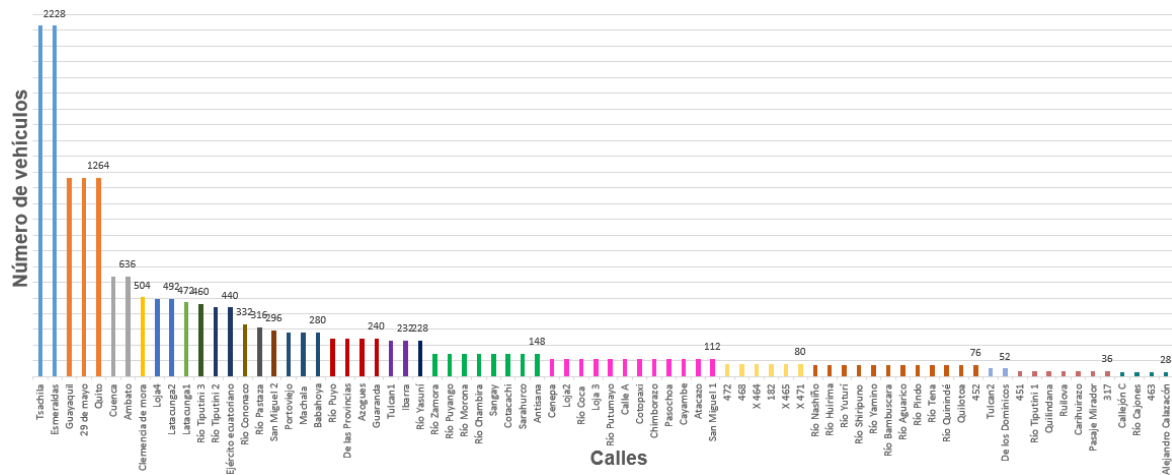


Figura 2. Resultado de conteo vehicular diurno.

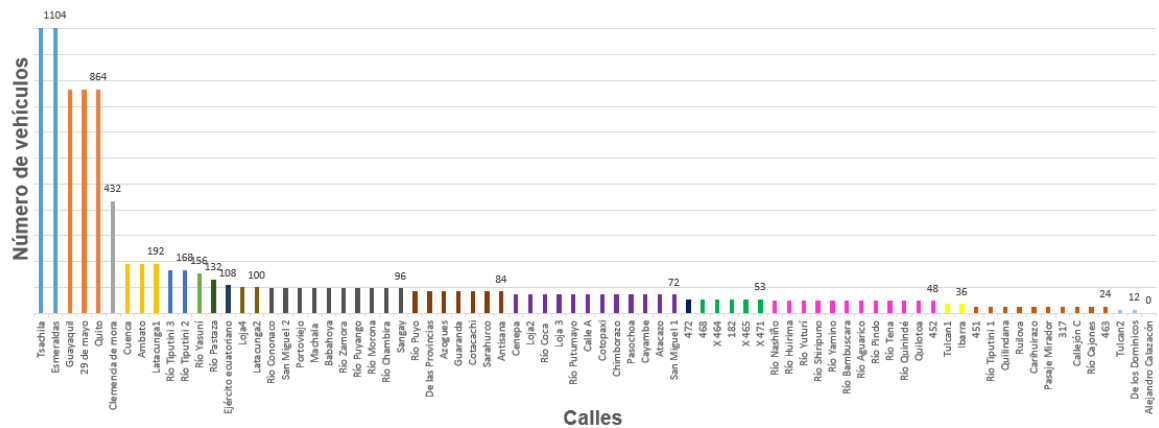


Figura 3. Resultado de conteo vehicular nocturno.

3.1.2. Clasificación de carreteras y vehículos

Para simplificar el número de conteos se hizo una clasificación de las avenidas y calles de similares características, a las cuales posteriormente se les asignó el valor del número de vehículos de acuerdo a los conteos realizados. En la clasificación de las avenidas se tomó en cuenta variables como el tipo de calzada, en este caso el material de las avenidas fue de asfalto, adoquín y tierra. También si en estas circulan buses, el sentido de circulación, la cantidad

de comercio que existe y las aglomeraciones que se dan por esta actividad. Si son muy concurridas o no existe mucha frecuencia vehicular.

Además, se hizo una clasificación de vehículos para obtener datos más exactos. Los vehículos fueron clasificados en motos, autos, mediano y buses. A continuación, se presenta una tabla que muestra los tipos de vehículos tomados en cuenta para este estudio y la descripción para cada uno:

Tabla 3. *Clasificación de vehículos.*

Tipos de vehículos	
Categoría	Descripción
Motos	Vehículo de 2 ruedas, destinado para 1 o 2 pasajeros
Autos	Vehículo de 4 ruedas, destinado para pasajeros, hasta 9 asientos incluyendo conductor
Medianos	Vehículo de 4 ruedas, destinado para carga de mercancías
Buses	Vehículo de 4 ruedas, destinado para pasajeros, hasta 43 asientos incluyendo conductor

3.1.3. Identificación de edificios

Para identificar los edificios y su altura se trabajó en conjunto con dos plataformas web: *Google Maps* y *OpenStreetMap*. Con la herramienta *Street View* de *Google Maps* se hizo un recorrido virtual por las avenidas y calles de la parroquia, de esta manera se iba identificando los edificios y su altura en número de pisos, los cuales fueron graficados en *OpenStreetMap*. Esta segunda plataforma se encuentra en línea, es de uso libre para los usuarios registrados y permite crear y dibujar datos geográficos en el mapa.



Figura 4. Edificios dibujados en OpenStreerMap.

Tomado de: <https://www.openstreetmap.org/edit#map=19/-0.25275/-79.17411>.

3.1.4. Simulación de mapa de ruido

El mapa de ruido fue realizado mediante el modelo predictivo a través del software de predicción de ruido ambiental CadnaA. Los datos recopilados que han sido mencionados anteriormente fueron importados al software de simulación con la normativa alemana de predicción RLS-90.

3.2. Información de inmuebles

Para obtener información acerca de las características estructurales de los bienes inmuebles fue necesario realizar una búsqueda en páginas web de bienes raíces y empresas inmobiliarias del cantón Santo Domingo de los Colorados. Con esta información obtenida se realizó una base de datos considerando las características de las propiedades necesarias para este estudio. Estas variables han sido determinadas para todos los tipos de inmuebles dentro de este sector: casa, departamento, edificio, obra en

construcción, oficina, local comercial ya sea que su disponibilidad sea renta o venta. En la tabla 4 se indica las variables consideradas para todas las propiedades:

Tabla 4. Descripción de las variables para evaluar las propiedades.

Variables comunes	Descripción
Tipo	Casa (1), departamento (2), edificio, obra en gris, oficina, local comercial.
Disp	Disponibilidad del inmueble: renta o venta.
Precio	Costo actual del inmueble dispuesto por el propietario o por avalúo municipal.
Ldn	Nivel de ruido equivalente día-noche en dB (Esta variable se obtuvo mediante el mapeo de ruido).
Sup	Superficie en metros cuadrados del tamaño del inmueble.
Pisos	Número de pisos que posee el inmueble.
Hab	Número de habitaciones que posee el inmueble,
Baño	Número de baños que posee el inmueble.

3.3. Valoración hedónica de inmuebles

Para esta parte fue necesario realizar el cálculo del nivel de ruido al que están expuestos los inmuebles. Para ello se los identificó en su correspondiente ubicación dentro del mapa en el software de simulación. De esta manera se calculó el nivel de ruido en el día, en la noche y el equivalente día-noche (L_{dn}) mediante una distribución espacial de receptores a lo largo de las fachadas.

Los niveles de ruidos obtenidos en los edificios se los agregó a la base de datos como variables junto a las mencionadas anteriormente. Para obtener los

precios por la valoración hedónica se utilizó el software “R”, el cual permite realizar cálculos estadísticos. En este programa se realizó una regresión lineal multivariable para analizar la relación que tiene cada variable en el precio de las viviendas del sector estudiado.

Se estudió el precio de renta y venta por separado, ya que los valores tienen una diferencia bastante alta y podría causar confusión en un futuro. Estas dos variables se tomaron como variables dependientes, y las se las tomaron como variables independientes.

Con las variables mencionadas anteriormente el modelo para la regresión lineal multivariable quedó de la siguiente manera:

$$\bar{Y} = \beta_1 + \beta_{Sup}x_1 + \beta_{Pisos}x_2 + \beta_{Hab} + \beta_{Baño} + \beta_{Ldn} + \varepsilon$$

Ecuación 7. Modelo resultante para calcular el precio de los inmuebles

Este modelo resultante fue codificado en R para calcular la relación entre la variable dependiente \bar{Y} que en este caso indica cuál es el precio de renta o venta del inmueble y las variables independientes indicadas en la ecuación de arriba.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Mapa de Ruido

Los resultados de la simulación del mapa de ruido se observan en las figuras 5 y 6. Como se puede ver cada color representa un intervalo de NPS a los que se encuentran expuestos los inmuebles. Con estos resultados de nivel de ruido se pudo obtener la variable de ruido, la cual es adjuntada junto a las demás variables con las cuales se evaluaron las regresiones lineales.

La primera imagen muestra los niveles de ruido durante el día (figura 5). Se puede observar que la parroquia Santo Domingo está expuesta a niveles superiores a 75 dB, como se puede ver en las avenidas con color azul. El nivel mínimo de ruido se encuentra en los 60 a 65 dB, zonas de color rojo.

En el mapa de ruido nocturno aún existen niveles que sobrepasan los 75 dB, pero en menor cantidad. Además, el nivel mínimo de ruido se redujo en ciertas zonas al rango de 55 a 60 dB. Con este mapeo de ruido durante el día y la noche se puede confirmar que el centro de Santo Domingo de los Colorados es un sector con mucha congestión vehicular.

Mapa de ruido de tráfico diurno de la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados

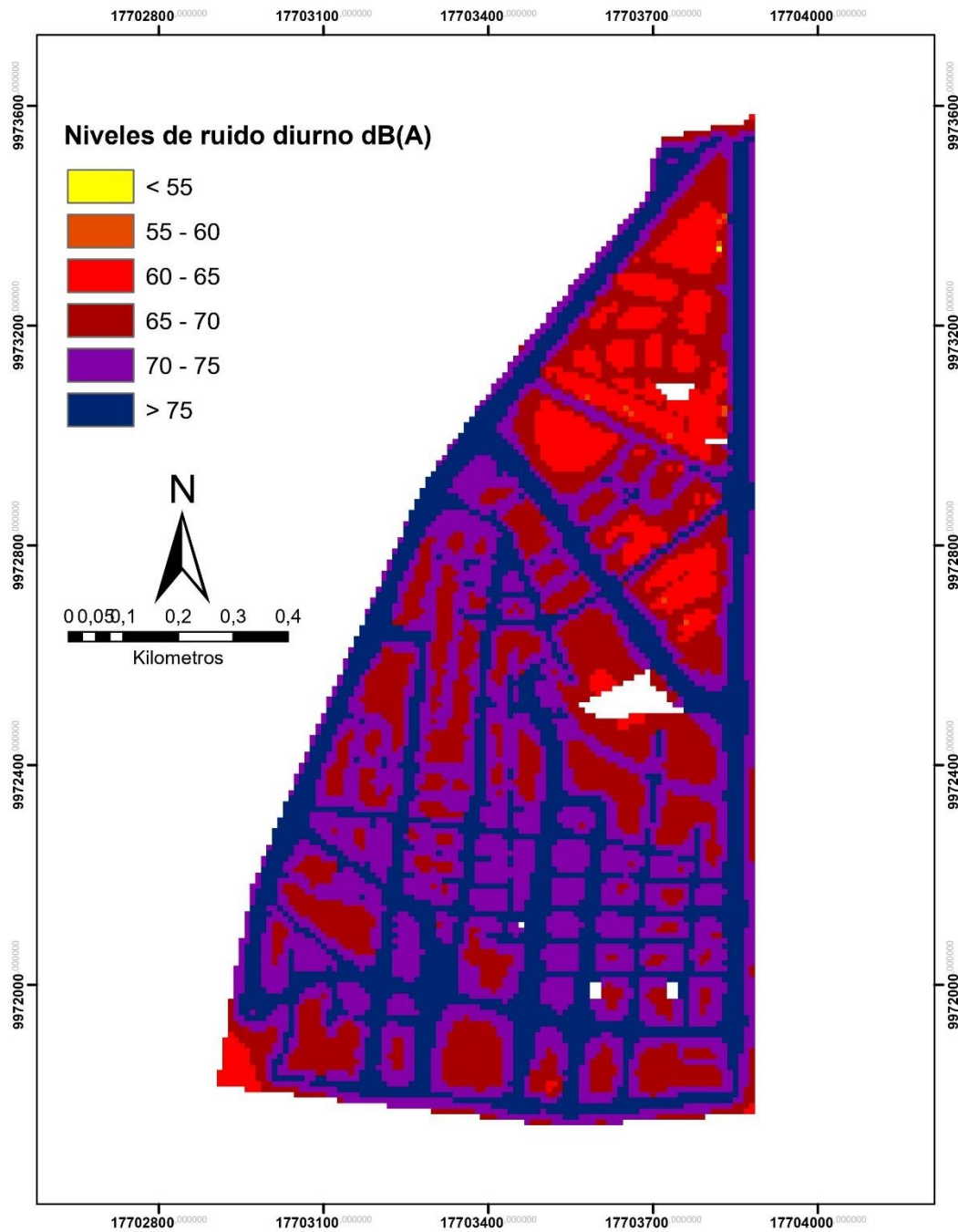


Figura 5. Mapa de ruido de tráfico diurno de la Parroquia Santo Domingo.

Mapa de ruido de tráfico nocturno de la parroquia urbana Santo Domingo del cantón Santo Domingo de los Colorados

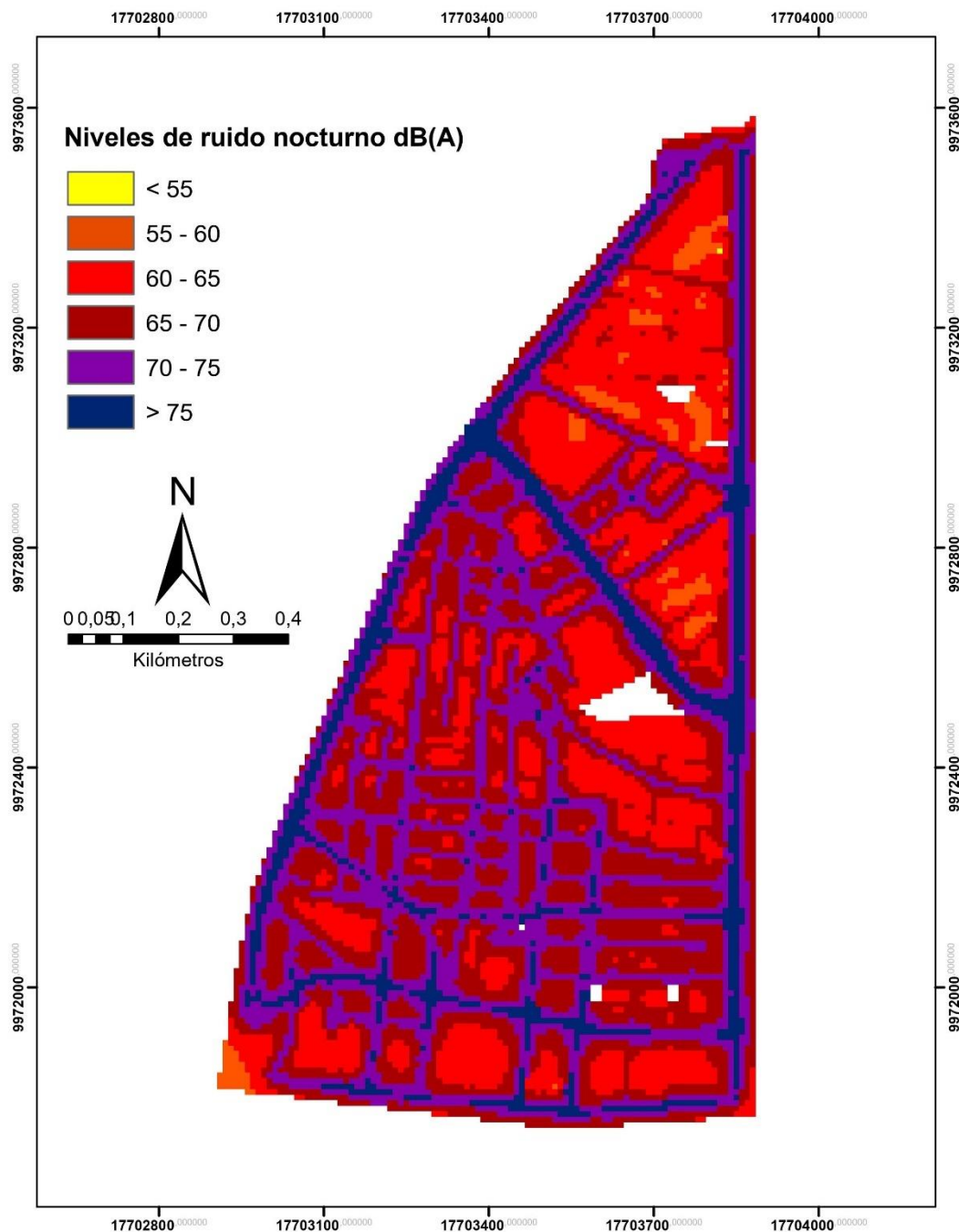


Figura 6. Mapa de ruido de tráfico nocturno de la Parroquia Santo Domingo.



Figura 7. Nivel de ruido en edificios en renta.

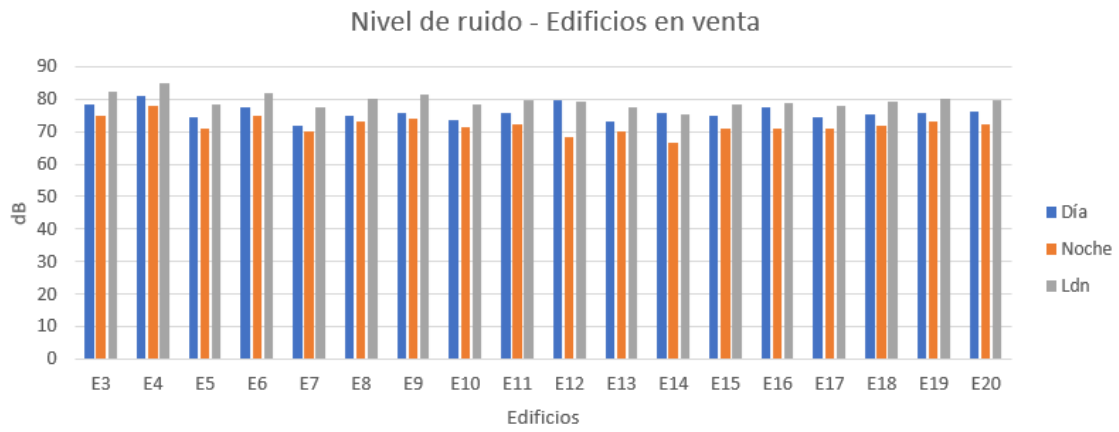


Figura 8. Nivel de ruido en edificios en venta.

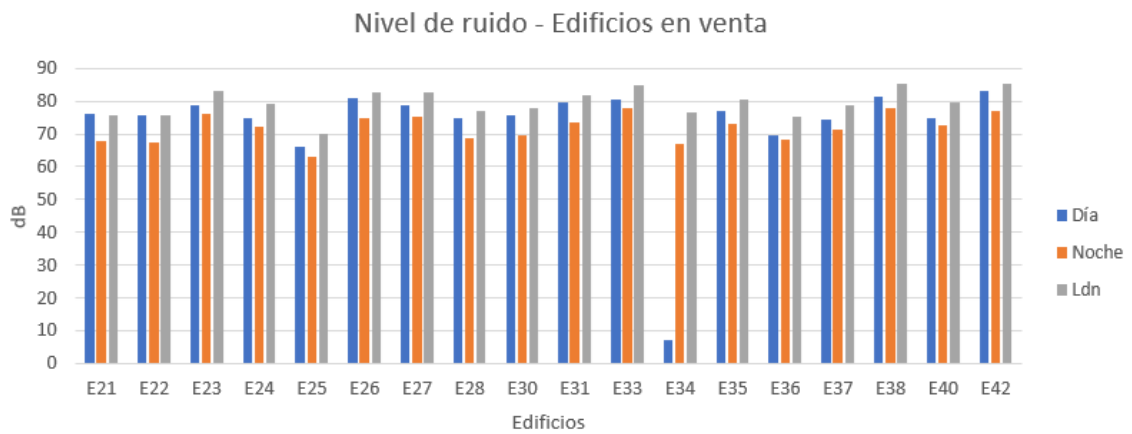


Figura 9. Nivel de ruido en edificios en venta.

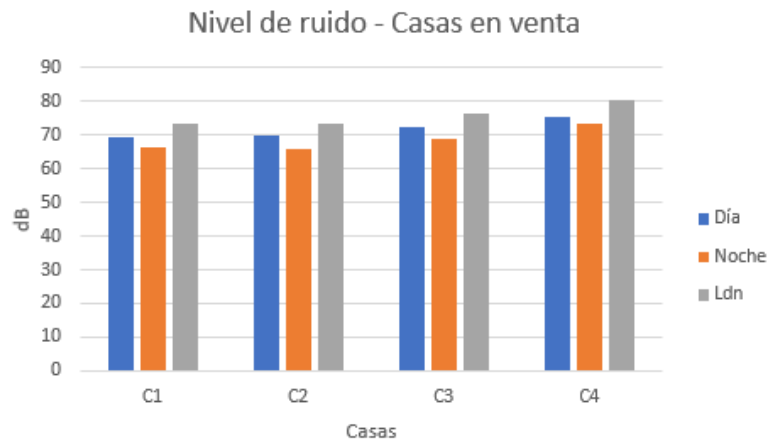


Figura 10. Nivel de ruido en casas en venta.

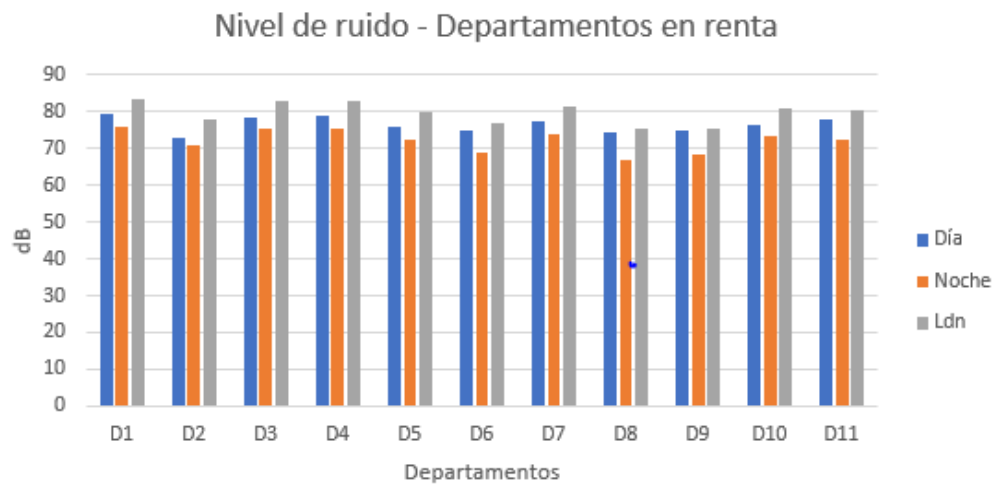


Figura 11. Nivel de ruido en departamento en renta.

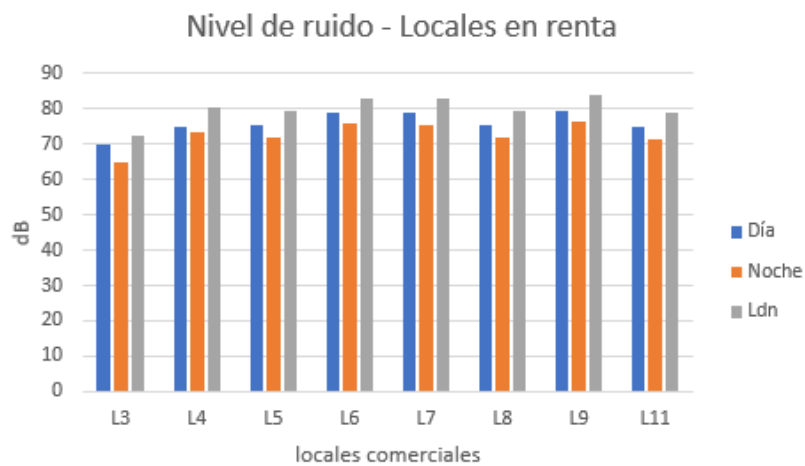


Figura 12. Nivel de ruido en locales comerciales en renta.

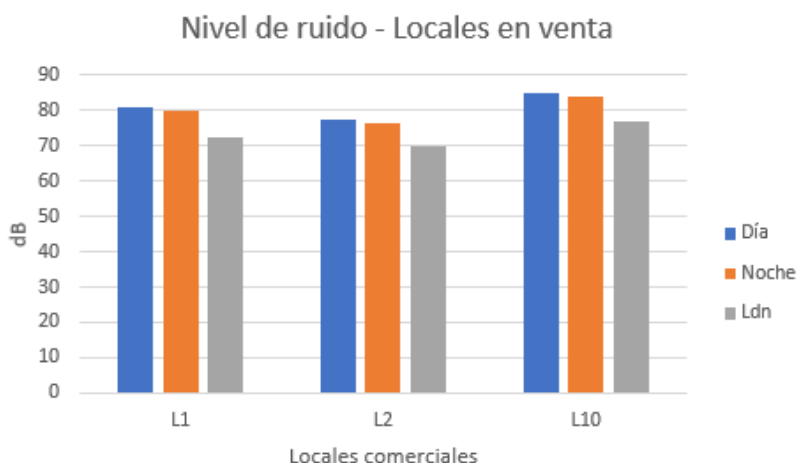


Figura 13. Nivel de ruido en locales comerciales en venta.

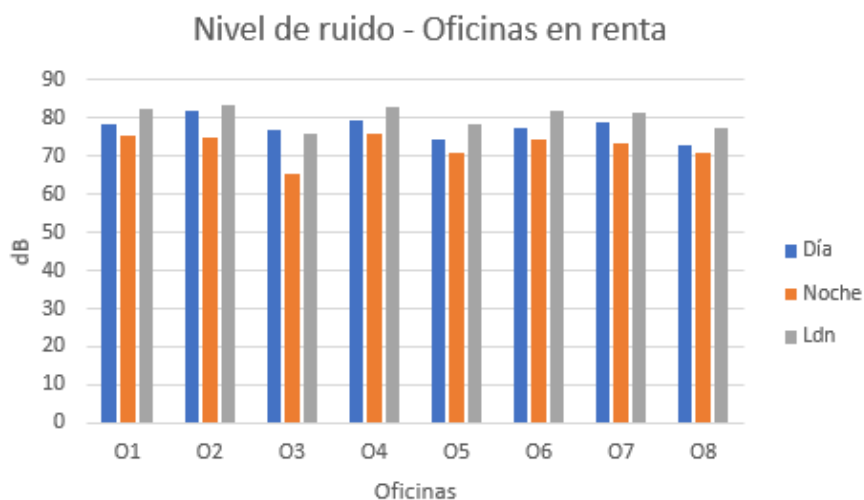


Figura 14. Nivel de ruido en oficinas en renta.

Desde la figura 7 hasta la figura 14 se muestran los niveles de ruido para cada tipo de inmueble en renta y venta. Para las propiedades en renta el rango de nivel de ruido diurno es desde los 70 dB hasta 82.1 dB, mientras que en horas nocturnas es desde 65 dB hasta 79.2 dB. El nivel equivalente día-noche varía entre 72.4 dB hasta 86.5 dB. Mientras que, para las propiedades en venta, en el día se presentan niveles desde 66 dB hasta 83, en la noche desde 62.9 hasta 77.9 dB, y el Ldn desde 70.2 dB hasta 85.3 dBA.

Este resultado se lo obtuvo mediante el mapeo de ruido mostrado anteriormente. Se puede estimar que las propiedades de la parroquia Santo domingo están expuestas a altos niveles de ruido por tráfico. Cabe recalcar que en esta zona existe alta movilidad debido al comercio que se maneja.

4.2. Influencia del ruido en precio de inmuebles

4.2.1. Correlación entre variables

Primeramente, para desarrollar un modelo de regresión es necesario conocer la correlación que existe entre la variable dependiente y las variables independientes. Esta información ayuda a conocer cuales predictores son los apropiados para el modelo. En las tablas 5 y 6 se puede ver la correlación que existe entre la variable precio (renta y venta por separado) que es la variable dependiente, con el resto de las variables que son las independientes.

Tabla 5. *Correlación entre los descriptores del modelo para precio de renta.*

Cor	Precio	Ldn	Sup	Pisos	Hab	Baño
Precio	1	0.276	0.877	0.895	0.585	0.549
Ldn	0.276	1	0.248	0.354	0.14	0.144
Sup	0.877	0.248	1	0.88	0.78	0.791
Pisos	0.895	0.354	0.88	1	0.581	0.607
Hab	0.585	0.14	0.78	0.581	1	0.974
Baño	0.549	0.143	0.791	0.607	0.974	1

Según los resultados de la tabla 5, las variables de la superficie del inmobiliario (Sup), el número de pisos (Pisos) y el número de habitaciones (Hab) son las

que más relación lineal tienen con el precio de renta del inmueble. Esta declaración es correcta ya que en cualquier lugar el precio de renta de una propiedad crece proporcionalmente de acuerdo al tamaño que este tenga, ya sea en superficie, número de pisos o número de habitaciones, son los factores que principalmente se toman en cuenta a la hora de adquirir un bien inmueble.

Tabla 6. *Correlación entre los descriptores del modelo para precio de venta.*

Cor	Precio	Ldn	Sup	Pisos	Hab	Baño
Precio	1	0.151	0.899	0.649	0.767	0.846
Ldn	0.151	1	0.069	-0.33	0.124	0.136
Sup	0.899	0.069	1	0.68	0.837	0.099
Pisos	0.649	-0.33	0.68	1	0.676	0.723
Hab	0.767	0.124	0.837	0.676	1	0.922
Baño	0.846	0.136	0.099	0.723	0.922	1

En la tabla 6 también se puede observar que las variables Sup, Pisos y Hab tienen una relación alta con respecto al precio de venta.

4.2.2. Modelo de regresión

Teniendo la base de datos con los valores numéricos de cada suscriptor se realiza la programación del código del modelo de regresión y se ejecuta en R. Este código ejecutado muestra una tabla donde se puede ver el resultado que dieron los descriptores ante el modelo estadístico mencionado anteriormente. Ya se había dicho en el capítulo anterior que se va a analizar por separado la el precio de renta venta ya que los valores numéricos entre estas dos variables tienen mucha diferencia entre sí.

4.2.3. Precio de Renta

El resultado del modelo realizado para la renta se lo puede observar en la tabla 7, donde se aprecia la influencia que tiene cada factor en el precio de la renta de los inmuebles. Este modelo con todos los predictores introducidos tiene un R^2 ajustado de 0.9018. De acuerdo a la tabla de clasificación de valores para el coeficiente de correlación R^2 ajustado, el obtenido en este modelo es excelente, es decir, explica el 90,18% de la variabilidad observada en el precio de renta de un inmueble. Además, se tiene un p -value de $2.663e-12$, lo que indica que el modelo es significativo.

Tabla 7. Resultado de regresión lineal para la renta de los inmuebles.

Factor	Estimado	Error Estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	504.7358	1940.8205	0.260	0.797033
Sup	2.4290	0.6629	3.664	0.001225
Pisos	685.2686	175.7625	3.899	0.000680
Hab	312.1886	78.3037	3.987	0.000545
Baño	-540.9365	113.4877	-4.766	7.52e-05
Ldn	-11.0485	24.7321	-0.447	0.659076

Acorde al modelo generado, se formó la siguiente ecuación lineal en función de los estimadores obtenidos en la regresión para el precio de renta:

$$\text{PrecioRenta} = 504.73 + 2.43 * \text{Sup} + 685.27 * \text{Pisos} + 312.19 * \text{Hab} \\ - 540.94 * \text{Baño} - 11.05 * \text{Ldn}$$

Ecuación 8. Ecuación para el precio de renta

De la ecuación anterior se puede decir que los coeficientes que determinan la superficie (Sup), el número de pisos (Pisos) y el número de habitaciones (Hab) tienen valores positivos y mayores en cuanto a los demás coeficientes, ya se había mencionado anteriormente que mientras más amplio sea el lugar, o más número de pisos y habitaciones tenga, más se elevará el precio de renta, es decir, estos tres factores tienen mucha influencia en el precio de un inmueble.

El valor del coeficiente Baño da un valor negativo, ya que este factor no es tan importante para determinar el precio final de renta un inmueble. En cuanto al coeficiente que determina el ruido (Ldn), se puede determinar su valor económico de la siguiente manera:

$$-11 \frac{\text{dólares}}{\text{dB}}$$

En términos amigables se puede explicar que por cada aumento de 1 dB existe una reducción de 11 dólares en el precio de renta de un inmueble.

4.2.4. Precio de Venta

Para este modelo se aplicó la regresión polinomial, por lo cual se elevaron a los predictores a distintas potencias. A partir del modelo lineal se puede obtener un modelo polinomial elevando a las variables a un grado n . Este modelo puede ser ajustado a través de regresión lineal por mínimos cuadrados (Amat, 2017).

El resultado para estimar la influencia que tiene el ruido en el precio de venta, se ve reflejado en la tabla 8. En este caso se obtuvieron valores diferentes a los valores obtenidos para determinar el precio de renta. El coeficiente que determina la superficie (Sup) sigue manteniendo los valores que cumplen con la hipótesis de que un inmueble cuesta más mientras este factor tenga un valor numérico alto.

Tabla 8. Resultado de regresión lineal para la renta de los inmuebles.

Factor	Estimado	Error Estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	-2.382e+05	2.400e+05	-0.992	0.326933
<i>Sup * e</i>	7.963e+01	2.108e+01	3.778	0.000515
<i>(Pisos * e)²</i>	6.866e+02	3.814e+02	1.800	0.079365
<i>(Hab * e)⁵</i>	-3.535e-05	2.120e-05	-1.668	0.103153
<i>(Baño * e)⁴</i>	1.509e-02	4.303e-03	3.508	0.001133
<i>(Ldn * e)³</i>	3.318e-02	2.268e-02	1.463	0.151242

El coeficiente de correlación para este modelo es excelente, pues da un $R^2 = 0.8943$, lo cual explica el 89.43% de la variabilidad observada en el precio de venta. Se logró un *P-value* bastante bajo ($< 2.2e-16$), por lo que se tiene en este caso al menos 2 variables que están relacionadas con la variable precio.

Si se forma la ecuación lineal para evaluar el precio de venta acorde al valor de los estimadores obtenidos queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{PrecioVenta} = & -238200 + 79.63(\text{Sup} * e) + 686.6(\text{Pisos} * e)^2 \\ & + 0.03318(\text{Ldn} * e)^3 + 0.01509(\text{Baño} * e)^4 - 3.53 * 10^{-5}(\text{Hab} * e)^5 \end{aligned}$$

Ecuación 9. Ecuación para el precio de venta

Analizando la ecuación anterior, se puede verificar que no se tiene una respuesta similar y esperada como la del precio de renta. Una de las maneras de darse que cuenta es observando en la tabla 8, donde las variables independientes no tienen mucha relación con la variable dependiente. Se puede afirmar que esta falta de coherencia se debe a que existen grandes

diferencias si se hace una comparación entre los valores de las variables de los inmuebles de renta e inmuebles de venta, a pesar de que se estudian las mismas variables las desigualdades son relevantes, como la superficie, número de pisos y habitaciones.

Para el caso de inmuebles en renta el número de pisos en la mayoría de propiedades se encontraba en 1. Ya que este tipo de inmuebles se refiere a locales en renta, oficinas o departamentos, salvo el caso de algunos edificios que contienen entre los 2 a 5 pisos, lo cual representa un 17% del total de todos los inmuebles en renta estudiados.

Los valores de las variables en venta son mucho mayores debido a que en este caso se encuentran propiedades como casas y en su mayoría edificios. Si se hace una comparación entre la superficie de las propiedades en venta y renta, es fácil darse cuenta que la superficie de las edificaciones en venta es mucho mayores a las que están en renta, existe una diferencia grande en tamaño. Por esta razón los resultados entre ambos modelos tienen una diferencia muy notable.

El valor que determina la valoración económica por ruido de tráfico para los precios de venta está dado de la siguiente manera:

$$0.03318 \frac{\text{dólares}}{\text{dB}}$$

Lo cual se leería que, por cada aumento de 1 dB en el nivel de ruido, existe un incremento de 0.03318 dólares, lo cual es un valor que no tiene significancia. Para explicar este valor se hizo un análisis sobre el tipo de inmuebles que se estudian en los casos renta y venta por separado.

Propiedades en renta

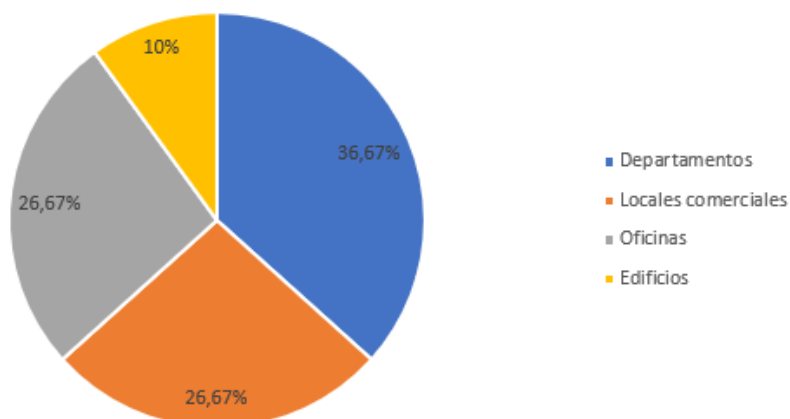


Figura 15. Porcentaje de tipo de propiedades en renta estudiadas.

Propiedades en venta

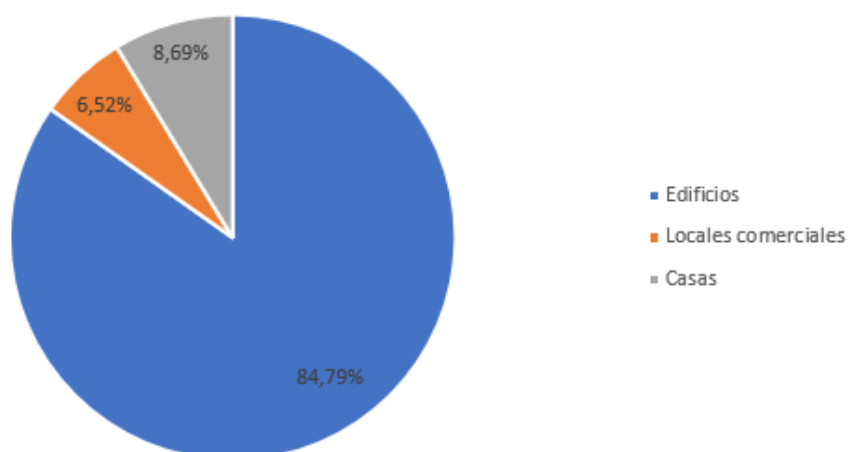


Figura 16. Porcentaje de tipo de propiedades en venta estudiadas.

Entre el tipo de inmuebles que se encuentran en renta están: departamentos, locales comerciales y oficinas. En cuanto a los tipos de inmuebles en venta se encuentran casas, edificios y locales comerciales. Si se analiza el porcentaje de inmuebles en renta para la vivienda, es decir, el porcentaje que representa el tipo departamento es del 37% del total de los inmuebles estudiados, por

esta razón existe una disminución del precio en la renta por el ruido de tráfico que causa molestia en las personas.

En cambio, en las propiedades en venta se encuentran las casas, locales comerciales y la gran mayoría son edificios, los cuales por el sector que se encuentran son destinados para uso de oficinas o locales comerciales. El porcentaje que ocupan los edificios es del 84.79% del total de todas las propiedades estudiadas para el caso ventas; los locales comerciales el 6.52% y las casas el 8.69%. Por medio de este porcentaje se puede ver el gran porcentaje está en los inmuebles que no son destinados para vivienda.

La valoración del ruido en el precio de venta es insignificante, debido a que la mayoría de las propiedades estudiadas están destinadas para uso comercial por encontrarse en la zona céntrica y de alta demanda comercial del cantón Santo Domingo de los Colorados.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En este trabajo se analiza la influencia que tiene el ruido en el precio de renta o venta de un inmueble, para lo cual se desarrolló un modelo de regresión para cada caso, cuantificando el valor que representa el ruido para cualquier tipo de propiedad. Mediante los resultados obtenidos y tabulados anteriormente se llegó a varias conclusiones que serán descritas a en los siguientes párrafos.

Para el caso de las propiedades en renta se cumple con la hipótesis de que mientras una propiedad esté expuesta a niveles de presión sonora altos generados por el ruido de tráfico, su valor económico reducirá por este problema. De acuerdo a los cálculos realizados por regresión lineal se obtuvo que por cada aumento de decibel se obtiene una reducción de 11 dólares.

En el caso de las propiedades en venta esta hipótesis deja de cumplirse a pesar de que su valor de incremento es insignificante. Por ser un valor muy pequeño se puede decir que el ruido no es tomado en cuenta en el precio de venta de una propiedad dentro de esta zona de estudio.

Otra de las conclusiones para describir los resultados para ambos casos es que dentro de las propiedades de renta el 37% es de tipo departamento. Es decir, están destinadas para la vivienda. Por lo cual, sí se toma en cuenta las molestias que puede causar el ruido en los inquilinos y esto se ve reflejado en la reducción de la renta de este tipo de inmueble.

En cambio, en las propiedades estudiadas para el precio de la venta solo el 8.69% está destinado para la vivienda. Mientras que, el 91.3% está destinado para actividades laborales y comerciales. Por tal razón no se está tomando en

cuenta las molestias por ruido de tráfico como un problema por las personas que realizan sus actividades laborales en este tipo de inmuebles. Ya que estos son usados durante horas del día y además por la carencia de conocimiento sobre temas acerca de las consecuencias que tiene el ruido en la salud.

5.2. Recomendaciones

Para obtener resultados que determinen con exactitud la valoración de la influencia del ruido en el precio de inmuebles, primeramente, es importante contar con una base de datos extensa, donde incluya la mayoría de las propiedades y de todo tipo (casa, departamento, edificio, local comercial, oficina) del sector estudiado.

En este caso el desarrollo de la base de datos se llevó a cabo por búsquedas en páginas web sobre bienes raíces, lo cual fue una investigación extensa. Sin embargo, no se obtuvo el número de propiedades esperado. Es fundamental buscar una fuente mayor, como municipios o registro de la propiedad donde tienen información bastante amplia y completa sobre el catastro inmobiliario de la ciudad.

En el caso para precio de venta es necesario que se plantee un modelo más complejo que pueda determinar la influencia del ruido sobre este precio ya que con un modelo simple no se puede demostrar estos valores con precisión.

Por último, para complementar este estudio es primordial realizar encuestas a las personas del sector que se va a estudiar para conocer su opinión acerca del ruido. Cómo este le está afectando y si estarían dispuestas a pagar un valor para mejorar las condiciones acústico-ambientales, en el caso de que se vean perjudicadas por el ruido de tráfico.

Al realizar este tipo de encuestas además de reunir datos, se está dejando algo de conocimiento a quienes nunca habían recibido información sobre las consecuencias que tiene exponerse a diario a ruidos elevados y continuos como es el ruido de tráfico. Dejando conciencia en las personas de que el ruido es un mal silencioso, es decir, está presente en todos lados, pero es ignorado por falta de conocimiento.

Con el resultado de un estudio exacto sobre la influencia que tiene el ruido en la valoración del precio inmobiliario, se puede dar respaldo a las empresas inmobiliarias que toman en cuenta el ruido como un factor importante al momento de vender una propiedad.

REFERENCIAS

- Abuín, J. R. (2007). Regresión lineal múltiple. IdEyGdM-Ld Estadística, Editor, 32. Recuperado el 15 de junio del 2020 de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53349817/Regresion_lineal_multiple_3.pdf?1496283994=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRegresion_lineal_multiple.pdf&Expires=1592254218&Signature=luyad1-gMZ~cia5DXYJww4LYIhzdhUzJ6FPI0zz2avtVAm2nl47UoD~ON-hVIU~lg1Lc~XBOaaR6oUJiy6Jb7E6CCVO3ExIdPDvjXPwoLOGN8PmLeYr-do0q4MU-QECekvmZOV46PTTss1Ni5k6xp9yGAuwJeT9enuAe9uFhcSqXx4hgazUy12EFBX4Za2hgW93~DgBSlterFJNXtp0IP3~oUUBU6IBJNsYn~4eK4rBg7ld93F2S3NS-22HnrWbkNmRv-uMN2k242I5U7j58PTMNp5x5-siyIIAJknh7rcdzrJJkzgbJTVSZrZVpRYgU4fL3AxjRIm0dT8SaLWw9A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Aguirre, C., & Ramos, R. (2005). Impacto del ruido urbano en el valor de los departamentos nuevos: un estudio de precio hedónico aplicado a bienes ambientales. Recuperado el 27 de junio del 2020 de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/11361>
- Amat, J. (2017). RPubs - Regresión no lineal: Regresión Polinómica, Regression Splines, Smooth Splines y GAMs. Recuperado el 22 de Junio del 2020 de https://rpubs.com/Joaquin_AR/250069

Ausejo Prieto, M. (2009). Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido (Doctoral dissertation, Industriales). Recuperado el 15 de junio del 2020 de http://oa.upm.es/2031/1/MIGUEL_AUSEJO_PRIETO_A.pdf

Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. *Síntesis Tecnológica*, 14. Recuperado el 15 de junio del 2020 de https://www.researchgate.net/publication/282914265_Elaboracion_de_mapa_d_e_ruido_de_la_ciudad_de_Valdivia_mediante_software_de_modelacion_utilizando_metodos_de_simplificacion

Biasi, J. A., Nercolini, R. V., Buss, M. V., & Suckow, J. E. (2018). Ruído causado pelo tráfico veicular: qual é a aplicabilidade e eficiência da NBR 10151/2000 comparada à norma alemã RLS-90? *Unoesc & Ciência - ACET*, 9(1), 77–84. Recuperado el 30 de junio del 2020 de <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/14047>

Bravo, L. (2017). *Valoración económica contingente del ruido de tráfico rodado mediante redes neuronales artificiales*. Universidad Politécnica de Madrid.

Bravo, L., Pavón, I., Lucio, J., & Mosquera, R. (2017). Contingent valuation of road traffic noise: A case study in the urban area of Quito, Ecuador. *Case Studies on Transport Policy*, 5(4), 722–730. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.08.003>

Chávez J. 2006. Ruido: Efectos sobre la salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos. *Cienc Trab.* abr-jun; 8(20):42-46). Recuperado el 27 de junio del 2020 de <http://142.44.210.7/bitstream/123456789/912/1/Ram%C3%ADrez%2C%20Carr>

asco%2C%20Mariani%2C%20Palacios.%20La%20Desaparici%C3%B3n%20d
el%20Luchecillo%20%28Egeria%20densa%29%20del%20Santuario%20del%2
0R%C3%ADo%20Cruces%20%28Valdivia%2C%20Chile%29%2C%20Una%20
Hip%C3%B3tesis%20Plausible.pdf#page=28

Correa Restrepo, F., Osorio Múnera, J., & Patiño Valencia, B. (2015). Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para medellín (colombia). *Semestre Económico*, 18(37), 11-50. doi: 10.22395/seec.v18n37a2

Correa Restrepo, F. J., Osorio Múnera, J. D., & Patiño Valencia, B. A. (1). Valoración económica del ruido: una revisión analítica de estudios. *Semestre Económico*, 14(29), 53-75. <https://doi.org/10.22395/seec.v14n29a3>

del Saz Salazar, S. (2004). Tráfico rodado y efectos externos: Valoración económica del ruido. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (57), 46-67. Recuperado el 15 de junio del 2020 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373275>

Dirección de Planificación (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Recuperado el 30 de junio del 2020 de [https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s\)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf](https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf)

Galindo, E. (2015). *Estadística: Métodos y Aplicaciones (Tercera)*. Quito, Ecuador: ProCiencia Editores.

- Huh, S., & Shin, J. (2018). Economic valuation of noise pollution control policy: Does the type of noise matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 25(30), 30647-30658. doi:10.1007/s11356-018-3061-4
- Kim, K. S., Park, S. J., & Kweon, Y. (2007). Highway traffic noise effects on land price in an urban area. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(4), 275-280. doi:10.1016/j.trd.2007.03.002
- Łowicki, D., & Piotrowska, S. (2015). Monetary valuation of road noise. Residential property prices as an indicator of the acoustic climate quality. *Ecological Indicators*, 52, 472-479. doi:10.1016/j.ecolind.2015.01.002
- Murillo, D. M., Gil, J. C., Zapata, V., & Téllez, J. J. (2015). Evaluación del método de cálculo RLS 90 para la predicción de ruido automotor en condiciones colombianas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (75), 176–188. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.n75a17>
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J. D., Pardo, A., & Rendón, J. (2012). Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos. *Ingenierías USBMed*, 3(1), 62-68. <https://doi.org/10.21500/20275846.265>
- Sandoval, A. M. (2005). Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. *Revista de economía y administración*, 49. Recuperado el 15 de junio del 2020 de https://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO_0.PDF
- Suárez, E., & Valdebenito, I. (2008). Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. In VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 15 de junio del 2020 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcl779e/doc/bmfcl779e.pdf>

Zambrano-Monserrate, M. A., & Ruano, M. A. (2019). Does environmental noise affect housing rental prices in developing countries? Evidence from Ecuador. *Land Use Policy*, 87, 104059. doi:10.1016/j.landusepol.2019.104059

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de flujo vehicular en la parroquia Santo Domingo día y noche

Calle	Material	Día					Noche				
		Carros	Medianos	Motos	Buses	Total	Carros	Medianos	Motos	Buses	Total
Río Yasuní	Asfalto	180	16	32	0	228	120	12	24	0	156
Río Nashiño	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Huirima	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Yuturí	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Shiripuno	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Yamino	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Bambuscara	Asfalto	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Latacunga1	Adoquin	336	16	120	0	472	156	0	36	0	192
Callejón C	Tierra	12	0	16	0	28	12	0	12	0	24
Río Zamora	Adoquin	88	24	36	0	148	60	12	24	0	96
Río Puyango	Adoquin	88	24	36	0	148	60	12	24	0	96
Río Morona	Adoquin	88	24	36	0	148	60	12	24	0	96
Río Chambira	Adoquin	88	24	36	0	148	60	12	24	0	96
Río Cononaco	Adoquin	264	20	48	0	332	60	12	24	0	96
Río Aguarico	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Pindo	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Tena	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Clemencia de mora	Adoquin	360	48	84	12	504	372	24	36	0	432
Cenepa	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Loja2	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Río Pastaza	Adoquin	244	12	60	0	316	96	12	24	0	132
Río Quinindé	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Río Coca	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Loja 3	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Río Tiputini 1	Asfalto	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
Río Tiputini 2	Adoquin	332	24	84	0	440	144	12	12	0	168
Río Tiputini 3	Adoquin	332	24	84	20	460	144	12	12	0	168
Quilindana	Adoquin	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
Río Putumayo	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Rullova	Adoquin	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
Río Cajones	Adoquin	12	0	16	0	28	12	0	12	0	24
Calle A	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Sangay	Adoquin	88	24	36	0	148	60	12	24	0	96
Cotopaxi	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Chimborazo	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Quiltoa	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
Pasochoa	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Cayambe	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
Cotacachi	Adoquin	88	24	36	0	148	48	12	24	0	84
Ejército ecuatoriano	Adoquin	324	12	108	0	444	72	12	24	0	108
Río Puyo	Adoquin	168	12	60	0	240	48	12	24	0	84
Sarahurco	Adoquin	88	24	36	0	148	48	12	24	0	84
Antisana	Adoquin	88	24	36	0	148	48	12	24	0	84
Loja4	Adoquin	336	16	120	20	492	52	12	36	0	100
Guayaquil	Asfalto	976	20	156	112	1264	708	24	96	36	864
29 de mayo	Asfalto	976	20	156	112	1264	708	24	96	36	864
Quito	Asfalto	976	20	156	112	1264	708	24	96	36	864
Latacunga2	Adoquin	336	16	120	20	492	52	12	36	0	100
Portoviejo	Adoquin	208	24	48	0	280	60	12	24	0	96
Machala	Adoquin	208	24	48	0	280	60	12	24	0	96
Babahoya	Adoquin	208	24	48	0	280	60	12	24	0	96
Tulcan1	Adoquin	176	8	48	0	232	36	0	0	0	36
Tulcan2	Adoquin	36	4	12	0	52	12	0	0	0	12
Ibarra	Adoquin	176	8	48	0	232	36	0	0	0	36
De los Dominicos	Adoquin	36	4	12	0	52	12	0	0	0	12
Alejandro Calazacón	Adoquin	12	0	16	0	28	0	0	0	0	0
Cuenca	Adoquin	396	16	224	0	636	144	12	36	0	192
Ambato	Adoquin	396	16	224	0	636	144	12	36	0	192
Tsachila	Asfalto	1888	76	144	120	2228	948	48	72	36	1104
Esmeraldas	Asfalto	1888	76	144	120	2228	948	48	72	36	1104
Atacazo	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72
De las Provincias	Adoquin	168	12	60	0	240	48	12	24	0	84
San Miguel 1	Adoquin	68	12	32	0	112	36	12	24	0	72

San Miguel 2	Asfalto	208	24	48	16	296	60	12	24	0	96
Carihuirazo	Adoquin	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
Pasaje Mirador	Adoquin	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
Azogues	Adoquin	168	12	60	0	240	48	12	24	0	84
Guaranda	Adoquin	168	12	60	0	240	48	12	24	0	84
317	Tierra	16	4	16	0	36	12	0	12	0	24
451	Tierra	16	4	16	1	37	12	1	12	1	26
452	Adoquin	44	8	24	0	76	24	12	12	0	48
X 471	Adoquin	44	8	24	1	77	24	12	12	1	49
X 465	Adoquin	44	8	24	2	78	24	12	12	2	50
X 464	Adoquin	44	8	24	3	79	24	12	12	3	51
463	Adoquin	12	0	16	0	28	12	0	12	0	24
182	Adoquin	44	8	24	3	79	24	12	12	3	51
468	Adoquin	44	8	24	4	80	24	12	12	4	52
472	Tierra	44	8	24	5	81	24	12	12	5	53

Anexo 2. Tabla de propiedades en renta en la parroquia Santo Domingo

ID	ID edificio	Tipo	Disp	Precio	Ruidod	Ruidon	Ldn	Sup	Pisos	Hab	Baño
E1	building_00242	3	1	2800	73,7	72,0	79,0	1158	3	9	7
E2	building_01582	3	1	3500	80,5	77,1	84,5	1200	4	22	16
E41	building_00453	3	1	5500	82,1	79,2	86,5	950	5	3	2
D1	building_01109	2	1	120	79,4	76,0	83,4	20	1	1	1
D2	building_00186	2	1	170	72,9	70,7	77,8	90	1	2	1
D3	building_00417	2	1	150	78,3	75,5	82,8	16	1	2	2
D4	building_00322	2	1	240	78,8	75,3	82,7	100	1	2	2
D5	building_01593	2	1	180	76,0	72,5	79,9	65	1	1	1
D6	building_01699	2	1	150	75,1	68,7	77,0	11	1	1	1
D7	building_00259	2	1	100	77,5	73,8	81,2	10	1	1	1
D8	building_01564	2	1	200	74,2	66,8	75,4	110	1	4	3
D9	building_02238	2	1	100	74,7	68,2	75,6	50	1	1	1
D10	building_00476	2	1	150	76,3	73,4	80,7	160	1	3	2
D11	building_01414	2	1	300	78,1	72,2	80,3	110	1	1	1
O1	building_01798	6	1	900	78,4	75,3	82,6	220	1	1	1
O2	building_02015	6	1	250	82,1	74,9	83,5	100	1	2	1
O3	building_02192	6	1	1350	76,7	65,3	76,0	280	1	8	5
O4	building_00287	6	1	2240	79,2	75,7	83,1	250	1	7	2
O5	building_01798	6	1	300	74,2	71,0	78,3	50	1	1	1
O6	building_02214	6	1	150	77,3	74,5	81,8	50	1	1	1
O7	building_01910	6	1	200	79,1	73,3	81,4	65	1	1	1
O8	building_01934	6	1	220	72,7	70,1	77,3	35	1	2	1
L3	building_02075	4	1	1500	70,0	65,0	72,4	196	1	2	1
L4	building_01794	4	1	200	75,0	73,3	80,4	25	1	1	1
L5	building_02116	4	1	200	75,5	71,8	79,2	15	2	2	1
L6	building_00430	4	1	250	78,7	75,9	83,1	160	1	1	1
L7	building_02226	4	1	200	78,9	75,4	82,8	33	1	2	1
L8	building_01563	4	1	400	75,4	72,0	79,4	18	1	1	1
L9	building_00406	4	1	250	79,4	76,6	83,8	35	1	1	1
L11	building_00144	4	1	2000	74,9	71,4	78,8	294	2	2	2

Anexo 3. Tabla de propiedades en venta en la parroquia Santo Domingo

ID	ID edificio	Tipo	Disp	Precio	Ruidod	Ruidon	Ldn	Sup	Pisos	Hab	Baño
C1	building_00981	1	2	60000	69,2	66,3	73,5	1650	1	2	1
C2	building_00931	1	2	70000	69,7	66,1	73,5	135	1	5	2
C3	building_00168	1	2	60000	72,5	69,1	76,4	142	1	3	1
C4	building_00239	1	2	48500	75,4	73,6	80,6	120	1	2	2
E3	building_00297	3	2	469998	78,5	75,0	82,4	1317	3	27	17
E4	building_00260	3	2	330000	80,9	77,7	85,0	900	3	15	12
E5	building_00292	3	2	680000	74,4	70,9	78,3	1200	3	7	10
E6	building_02085	3	2	950000	77,4	74,7	81,9	925	5	1	17
E7	building_00726	3	2	195000	71,9	70,1	77,1	465	3	11	13
E8	building_00217	3	2	370000	74,9	73,2	80,2	1544	4	18	10
E9	building_01133	3	2	789000	75,8	74,1	81,2	1293	3	24	24
E10	building_00981	3	2	180000	73,4	71,4	78,4	900	3	13	8
E11	building_00616	3	2	450000	75,7	72,1	79,5	1100	2	7	4
E12	building_02076	3	2	1000000	79,8	68,3	79,2	3000	4	25	19
E13	building_01576	3	2	530000	73,1	70,1	77,4	790	5	14	10
E14	building_02113	3	2	290000	75,7	66,5	75,3	1398	6	15	12
E15	building_01790	3	2	850000	74,5	71,0	78,4	1680	4	14	14
E16	building_02217	3	2	389000	77,4	71,1	78,7	600	2	9	9
E17	building_02169	3	2	235000	74,3	70,7	78,1	576	4	10	7
E18	building_00620	3	2	500000	75,3	71,8	79,2	840	4	9	6
E19	building_01971	3	2	180000	75,7	73,0	80,2	900	3	9	7
E20	building_00673	3	2	120000	76,2	72,3	79,8	600	2	5	3
E21	building_02158	3	2	320000	76,2	67,9	75,9	960	3	12	6
E22	building_02216	3	2	500000	75,7	67,3	75,8	600	3	10	9
E23	building_00473	3	2	90000	78,7	76,0	83,2	320	2	4	3
E24	building_01915	3	2	400000	74,8	72,2	79,4	1000	5	11	8
E25	building_00301	3	2	150000	66,0	62,9	70,2	356	2	12	8
E26	building_02082	3	2	200000	80,9	75,0	82,5	450	3	5	7
E27	building_02227	3	2	300000	78,7	75,2	82,6	132	2	4	2
E28	building_02074	3	2	450000	74,8	68,8	76,9	1960	5	20	14
E29	building_01467	3	2	94000	78,1	72,2	80,3	480	1	4	2
E30	building_01491	3	2	60000	75,7	69,8	77,9	400	2	4	3
E31	building_02070	3	2	330000	79,5	73,6	81,7	1300	5	23	16
E32	building_00724	3	2	650000	76,4	73,0	80,3	1132	4	20	14
E33	building_00385	3	2	140000	80,5	77,7	84,9	800	2	7	5
E34	building_02190	3	2	800000	77,1	66,9	76,7	1700	8	17	17
E35	building_02191	3	2	3500000	77,0	73,2	80,6	6000	8	48	26
E36	building_00125	3	2	400000	69,7	68,1	75,1	840	4	23	6
E37	building_01538	3	2	280000	74,5	71,5	78,8	274	2	5	4
E38	building_02172	3	2	1600000	81,4	77,9	85,3	3400	5	45	37
E39	building_01941	3	2	250000	75,9	73,3	80,4	720	4	13	9
E40	building_01793	3	2	450000	75,0	72,6	79,7	620	3	12	10
E42	building_01857	3	2	565000	83,0	77,2	85,3	650	2	13	12
L1	building_02258	4	2	79000	81,1	77,6	85,0	35	1	2	1
L2	building_02257	4	2	89000	80,0	76,5	83,8	90	1	2	1
L10	building_02212	4	2	385000	72,6	69,8	77,0	320	1	3	3
OG1	building_00677	5	2	45000	79,2	73,7	81,6	200	2		
OG2	building_01356	5	2	49000	75,1	70,9	78,4	109	1		
OG3	building_02173	5	2	450000	81,8	78,3	85,6	225	900	10	10

Anexo 4. Calle Ambato durante el día



Anexo 5. Avenida Esmeraldas durante el día. Tomado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/asfalto-avenidaesmeraldas-santodomingo-negocios-locales.html>



Anexo 6. Avenida Tsáchila durante el día. Tomado de <https://lahora.com.ec/noticia/1101565796/home>



Anexo 7. Av. 29 de Mayo durante la noche



Anexo 8. Calle Ejército Ecuatoriano durante la noche



Anexo 9. Tabla de Nivel de Ruido Equivalente Día-Noche en propiedades en renta

Nivel de ruido(dB) Propiedades en renta			
ID	Nivel diurno	Nivel nocturno	Ldn
E41	82.1	79.2	86.5
E2	80.5	77.1	84.5
L9	79.4	76.6	83.8
O2	82.1	74.9	83.5
D1	79.4	76	83.4
O4	79.2	75.7	83.1
L6	78.7	75.9	83.1

D3	78.3	75.5	82.8
L7	78.9	75.4	82.8
D4	78.8	75.3	82.7
O1	78.4	75.3	82.6
O6	77.3	74.5	81.8
O7	79.1	73.3	81.4
D7	77.5	73.8	81.2
D10	76.3	73.4	80.7
L4	75	73.3	80.4
D11	78.1	72.2	80.3
D5	76	72.5	79.9
L8	75.4	72	79.4
L5	75.5	71.8	79.2
E1	73.3	72	79
L11	74.9	71.4	78.8
O5	74.2	71	78.3
D2	72.9	70.9	77.8
O8	72.7	70.7	77.3
D6	75.1	68.7	77
O3	76.7	65.3	76
D9	74.7	68.2	75.6
D8	74.2	66.8	75.4
L3	70	65	72.4

Anexo 10. Tabla de Nivel de Ruido Equivalente Día-Noche en propiedades en venta

Niveles de ruido (dB) Propiedades en venta			
ID	Nivel diurno	Nivel nocturno	Ldn
E38	81.4	77.9	85.3
E42	83	77.2	85.3
E4	80.9	77.7	85
L1	81.1	77.6	85
E33	80.5	77.7	84.9
L2	80	76.5	83.8
E23	78.7	76	83.2
E27	78.7	75.2	82.6
E26	80.9	75	82.5
E3	78.5	75	82.4
E6	77.4	74.7	81.9
E31	79.5	73.6	81.7
E9	75.8	74.1	81.2
C4	75.4	73.6	80.6
E35	77	73.2	80.6
E39	75.9	73.3	80.4
E29	78.1	72.2	80.3
E32	76.4	73	80.3
E8	74.9	73.2	80.2
E19	75.7	73	80.2
E20	76.2	72.3	79.8
E40	75	72.6	79.7
E11	75.7	72.1	79.5

E24	74.8	72.2	79.4
E12	79.8	68.3	79.2
E18	75.3	71.8	79.2
E37	74.5	71.5	78.8
E16	77.4	71.1	78.7
E10	73.4	71.4	78.4
E15	74.7	71	78.4
E5	74.4	70.9	78.3
E17	74.3	70.7	78.1
E30	75.7	69.8	77.9
E13	73.1	70.1	77.4
E7	71.9	70.1	77.1
L10	72.6	69.8	77
E28	74.8	68.8	76.9
E34	77.1	66.9	76.7
C3	72.5	69.1	76.4
E21	76.2	67.9	75.9
E22	75.7	67.3	75.8
E14	75.7	66.5	75.3
E36	69.7	68.1	75.1
C1	69.2	66.3	73.5
C2	69.7	66.1	73.5
E25	66	62.9	70.2

