



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**TEMA: VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL
AIRE EN LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS DE LAS PARROQUIAS DE
CALDERÓN, BELISARIO QUEVEDO Y GUAMANÍ**

AUTOR: BORJA URBANO, SEBASTIÁN ALEJANDRO

DIRECTOR: Dr. RODRÍGUEZ ESPINOSA, FABIÁN FRANCISCO

SANGOLQUÍ

2019

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS DE LAS PARROQUIAS DE CALDERÓN, BELISARIO QUEVEDO Y GUAMANÍ”* fue realizado por el señor, *Borja Urbano Sebastián Alejandro*, el mismo que ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 5 agosto de 2019

Atentamente,

Dr. FABIÁN FRANCISCO RODRÍGUEZ ESPINOSA

DIRECTOR



AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Borja Urbano Sebastián Alejandro*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *"VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS DE LAS PARROQUIAS DE CALDERÓN, BELISARIO QUEVEDO Y GUAMANÍ"* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 5 agosto de 2019

Atentamente,



Borja Urbano Sebastián Alejandro
C.C: 1726033242



AUTORIZACIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORIZACIÓN

Yo, *Borja Urbano Sebastián Alejandro*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación *“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS DE LAS PARROQUIAS DE CALDERÓN, BELISARIO QUEVEDO Y GUAMANÍ”* en el repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 5 agosto de 2019

Atentamente,

Firma manuscrita de Borja Urbano Sebastián Alejandro sobre una línea horizontal.

Borja Urbano Sebastián Alejandro

C.C: 1726033242



DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a DIOS, que desde que tengo uso de razón siempre ha estado conmigo, siempre está dispuesto a escuchar mis problemas, mis miedos, mis sueños y con ello me ha dado tranquilidad, fuerza y coraje para sobrellevar los altibajos en mi vida.

En segundo lugar, quiero dedicar a mis padres que son un pilar muy importante en mi vida y que este logro no ha sido solo mío sino de ellos también. En este camino profesional me han demostrado que con enfoque, disciplina y ganas de salir adelante, se puede hacer todo en la vida.

En tercer lugar, quiero dedicar a mis hermanos Diego y César. Ñañitos, ustedes que siempre me guiaron con su sabiduría de hermanos mayores y supieron transmitirme oportunamente todo sus conocimientos, experiencias y sueños que me fueron muy útiles para que no me golpee muy dura la vida.

En cuarto lugar, quiero dedicar a mis sobrinas Samantha y Paula que con su alegría, pureza, juegos infantiles y cariño incondicional me han hecho valorar esos grandes y únicos momentos en familia que ahora son imperdonables perdérmelos.

Y por último, y no menos importante, quiero dedicar a mis amigos y amigas que siempre supieron apoyarme en mi vida profesional y sobretodo en vida personal, con ustedes he pasado circunstancias únicas y grandiosas que serán recordadas siempre en mi corazón.

...Sebitas

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a DIOS, ya que sin él no habría sido posible lo que hoy soy. Agradezco su infinita misericordia y paciencia que a pesar de no cumplir con sus disposiciones ha puesto muchas bendiciones y muy pocas piedras en mi camino. Muchas gracias MI DIOS por hacer posible todo lo que te he pedido en mi vida.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi familia, que me permitieron finalizar mis estudios y contar con un techo, vestimenta, comida y sobretodo tiempo para dedicarme completamente a mis estudios. Papitos y ñañitos DIOS LE PAGUE por todo lo que me han dado.

En tercer lugar, quiero agradecer a mis amigos y amigas, ya que me brindaron su amistad sincera y fueron causantes de muchas alegrías en mi vida. Les quiero un montón y que DIOS LES BENDIGA ñañitos y ñañitas.

En cuarto lugar, quiero agradecer a mi director de tesis el Dr. Fabián Rodríguez, no solo por ser mi director o profesor de algunas materias, sino como persona ya que en todo momento me supo guiar y me dio un nuevo gusto por estudiar y especializarme en mi carrera (Economía). Doc., DIOS LE PAGUE por agilizar de forma rápida y oportuna mi graduación.

Y por último, y no menos importante, quiero agradecer a Química Erika Murgueitio, ya que fue la única profesora que entendió mi situación actual y supo comprenderme y me motivo a que termine mis estudios y continúe con mis sueños. Química, DIOS LE PAGUE por TODO y por agilizar de forma rápida y oportuna mi graduación.

...Sebitas

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1.Antecedentes	1
1.2.Planteamiento del problema	3
1.3.Justificación e importancia.....	4
1.4.Objetivos	7
1.4.1.Objetivo General	7
1.4.2.Objetivo Específicos	7
1.5.Metas.....	7
CAPÍTULO 2.....	8
2.MARCO TEÓRICO	9
2.1.Contaminación ambiental.....	9
2.2.Crecimiento y desarrollo económico.....	11
2.3.Las fallas de mercado	13
2.3.1.Externalidades y el medioambiente.....	15
2.3.2.Los bienes públicos	17
2.4.Economía Ambiental.....	19
2.5.Valoración económica ambiental	24

2.6.Métodos de valoración económica ambiental	27
2.6.1.Método de precios hedónicos	29
2.6.1.1.Supuestos o condiciones del método.....	31
2.6.1.2.Forma funcional del método	32
CAPÍTULO 3.....	34
3.METODOLOGÍA	34
3.1.Delimitación de la zona de estudio	34
3.1.1.Parroquias Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní.....	34
3.2.Cálculo matemático de la muestra	37
3.3.Modelo econométrico.....	39
3.4.Descripción del levantamiento de información y fuentes	41
3.4.1.Variable Física.....	42
3.4.2.Variable Social	45
3.4.3.Variable Ambiental	46
3.5.Procedimiento Estadístico y Econométrico.....	47
3.5.1.Depuración de la base de datos	47
3.5.2.Estadística descriptiva de las variables	47
3.5.3.Aplicación del modelo econométrico.....	47
3.5.4.Análisis estadístico del modelo hedónico significativo	48
3.5.4.1.Multicolinealidad	48
3.5.4.2.Heteroscedasticidad.....	49
3.6.Limitaciones al implementar la metodología	49
CAPITULO 4.....	51
4.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	51
4.1.Estadística descriptiva de las variables	51
4.1.1.Variable Física.....	52
4.1.2.Variable Social	65
4.1.3.Variable ambiental	72
4.2.Análisis situacional de la contaminación del aire en las parroquias Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní	73
4.2.1.Descripción y comportamiento de los contaminantes.....	74
4.2.1.1.Material particulado (PM2.5).....	74
4.2.1.2.Dióxido de azufre (SO ₂)	76
4.2.1.3.Monóxido de carbono (CO)	78
4.2.1.4.Ozono (O ₃).....	81
4.2.1.5.Óxidos de nitrógeno (NO _x).....	83
4.3.Aplicación del modelo econométrico.....	85

4.4.Análisis estadístico del modelo significativo	89
4.5.Análisis de los coeficientes del modelo significativo	94
4.6.Ubicación espacial de la contaminación del aire	97
4.7.Políticas públicas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).....	105
4.7.1.Normativa ambiental en el DMQ.....	105
4.7.2.Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ).....	106
4.7.3.Revisión técnica vehicular (RTV).....	106
4.7.4.Plan de renovación vehicular RENOVA.....	107
4.7.5.Pico y Placa.....	108
4.7.6.Redes de ciclovía, ciclopaseo y BiciQ	109
4.7.7.Proyectos de transporte de uso masivo (Trolebús, Ecovía y Metro).....	110
4.8.Fortalecimiento y nuevas propuestas de políticas ambientales en DMQ.....	111
4.8.1.Estrategia Cero	112
4.8.2.Estrategia Uno	112
4.8.3.Estrategia dos	113
4.8.4.Estrategia tres	114
4.8.5.Estrategia cuatro	114
4.8.6.Estrategia Quinta	115
4.8.7.Estrategia Sexta	116
CAPÍTULO 5.....	118
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
5.1.Conclusiones	118
5.2.Recomendaciones.....	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación de los bienes y servicios.</i>	18
Tabla 2. <i>Estación de monitoreo Carapungo</i>	35
Tabla 3. <i>Estación de monitoreo Belisario Quevedo</i>	36
Tabla 4. <i>Estación de monitoreo Guamaní.</i>	36
Tabla 5. <i>Número de casas de cada parroquia.</i>	38
Tabla 6. <i>Descripción de las variables físicas.</i>	42
Tabla 7. <i>Categorías de la variable material de construcción</i>	44
Tabla 8. <i>Descripción de las variables sociales</i>	45
Tabla 9. <i>Concentraciones anuales del 2017 para cada uno de los contaminantes</i>	47
Tabla 10. <i>Promedio anual y horario del 2017 de PM_{2.5} para cada estación de monitoreo</i>	76
Tabla 11. <i>Promedio anual y diario del 2017 de SO₂ para cada estación de monitoreo</i>	78
Tabla 12. <i>Promedio horario del 2017 de CO para cada estación de monitoreo</i>	81
Tabla 13. <i>Promedio anual y octohorario del 2017 de O₃ para cada estación de monitoreo</i>	83
Tabla 14. <i>Promedio anual y horario del 2017 de NO_x para cada estación de monitoreo.</i>	85
Tabla 15. <i>Aplicación de la función hedónica (Log-Log)</i>	88
Tabla 16. <i>Modelo hedónico con sus variables significativas</i>	89
Tabla 17. <i>Matriz de correlación entre las variables independientes</i>	90
Tabla 18. <i>Indicador del factor de inflación de la varianza</i>	91
Tabla 19. <i>Test de heteroscedasticidad Breusch-Pagan-Godfrey</i>	92
Tabla 20. <i>Test de heteroscedasticidad White</i>	92
Tabla 21. <i>Modelo hedónico final y corregido la heteroscedasticidad</i>	93
Tabla 22. <i>Elasticidades de las variables explicativas</i>	94
Tabla 23. <i>Clasificación arbitraria de los niveles de contaminación para cada contaminante</i> ...	99

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> La economía como sistema cerrado.....	21
<i>Figura 2.</i> Descomposición del VET y los métodos de valoración económica asociados	28
<i>Figura 3.</i> Especificación errada de la forma funcional en la estimación de precios hedónicos	33
<i>Figura 4.</i> Mapa de ubicación de la zona de estudio	37
<i>Figura 5.</i> Histogramas de la variable dependiente Precio	52
<i>Figura 6.</i> Histograma de la variable explicativa área de construcción.....	53
<i>Figura 7.</i> Histograma de la variable explicativa área del terreno.....	54
<i>Figura 8.</i> Histograma de la variable explicativa número de baños	55
<i>Figura 9.</i> Histograma de la variable explicativa número de habitaciones.....	56
<i>Figura 10.</i> Diagrama circular de la variable explicativa terraza	57
<i>Figura 11.</i> Diagrama circular de la variable explicativa número de plantas	57
<i>Figura 12.</i> Diagrama circular de la variable explicativa garaje	58
<i>Figura 13.</i> Diagrama circular de la variable explicativa jardín	59
<i>Figura 14.</i> Histograma de la variable explicativa antigüedad	60
<i>Figura 15.</i> Diagrama circular de la variable explicativa armazón	61
<i>Figura 16.</i> Diagrama circular de la variable explicativa Mampostería	62
<i>Figura 17.</i> Diagrama circular de la variable explicativa paredes	63
<i>Figura 18.</i> Diagrama circular de la variable explicativa cubierta	64
<i>Figura 19.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a centros educativos	65
<i>Figura 20.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a centros de salud.....	66
<i>Figura 21.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a Unidades Comunitarias de Policía	67
<i>Figura 22.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de delincuencia	68
<i>Figura 23.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de espacios recreacionales ...	69
<i>Figura 24.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de limpieza de basura	70
<i>Figura 25.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a mercados mayoristas	71
<i>Figura 26.</i> Histograma de la variable explicativa distancia a paradas de transporte público.....	72
<i>Figura 27.</i> Histograma de la variable ambiental con sus diferentes gases contaminantes	73
<i>Figura 28.</i> Promedio mensual del año 2017 de PM2.5	75

Figura 29. Promedio mensual del año 2017 de SO ₂	77
Figura 30. Promedio mensual del año 2017 de CO	80
Figura 31. Promedio mensual del año 2017 de O ₃	82
Figura 32. Promedio mensual del año 2017 de NO _x	84
Figura 33. Límites numéricos de cada categoría del IQCA (ug/m ³)	97
Figura 34. Rangos, significados y colores de las categorías del IQCA	98
Figura 35. Mapa de predicción del contaminante PM 2.5	100
Figura 36. Mapa de predicción del contaminante O ₃	101
Figura 37. Mapa de predicción del contaminante CO.....	102
Figura 38. Mapa de predicción del contaminante NO _x	103
Figura 39. Mapa de predicción del contaminante SO ₂	104

RESUMEN

La contaminación del aire es uno de los problemas que más efecto nocivo causa al planeta por su fácil propagación y grandes consecuencias para el bienestar de la sociedad. Sin duda, el Distrito Metropolitano de Quito no es nada ajena frente a esta realidad y es considerada como una de las ciudades más afectadas en el mundo. Esta situación ha inducido que el estado afronte graves consecuencias de morbilidad, mortalidad y cuantiosas pérdidas económicas. Pese a la importancia que denota el poseer un ambiente libre de polución es muy difícil cuantificar cual es el costo/beneficio que demuestre su correcto uso e importancia de tener un ambiente sano. Es por ello que esté presente trabajo tiene el propósito de valorar la contaminación del aire en los precios de las viviendas mediante el método de precios hedónicos de las parroquias de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní. Para cumplir con dicho objetivo se muestreo un número representativo de casas mediante buscadores web de inmobiliarias que recoge las ofertas de casas, así como, la utilización de coberturas espaciales que representaban las amenidades cercanas a las casas y el uso de la red de monitoreo de Quito (REMMAQ) que monitorea las concentraciones de los contaminantes. Los resultados demostraron que si el O₃, PM_{2.5} y CO aumentan el 1% en su concentración, el precio de la vivienda disminuye en un 2,27%; 3,22% y 0,41% respectivamente. En este sentido, se desarrolló algunas propuestas de políticas ambientales orientadas al mejoramiento de la salud pública de urbe.

PALABRAS CLAVES:

- **CONTAMINACIÓN DEL AIRE**
- **ECONOMÍA AMBIENTAL**
- **VALORACIÓN ECONÓMICA DE RRNN**
- **MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS**

ABSTRACT

Air pollution is one of the problems that causes the most harmful effect to the planet due to its easy spread and great consequences for the welfare of society. Without a doubt, the Metropolitan District of Quito is nothing foreign to this reality and is considered one of the most affected cities in the world. This situation has led the state to face serious consequences of morbidity, mortality and large economic losses. Despite the importance of having a pollution-free environment, it is very difficult to quantify the cost / benefit that demonstrates its correct use and importance of having a healthy environment. That is why this work is aimed at assessing air pollution in house prices through the hedonic pricing method of the parishes of Calderón, Belisario Quevedo and Guamaní. To fulfill this objective, a representative number of houses were sampled through real estate web search engines that collect the offers of houses, as well as the use of space covers that represented the amenities close to the houses and the use of the Quito monitoring network (REMMAQ) that monitors pollutant concentrations. The results showed that if O₃, PM_{2.5} and CO increase 1% in their concentration, the price of housing decreases by 2.27%; 3.22% and 0.41% respectively. In this regard, some proposals for environmental policies aimed at improving the public health of the city were developed.

KEYWORDS:

- **AIR POLLUTION**
- **ENVIRONMENTAL ECONOMICS**
- **RRNN ECONOMIC ASSESSMENT**
- **HEDONIC PRICE METHOD**

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La contaminación atmosférica es un problema ambiental que ocasiona efectos nocivos sobre la salud humana y está presente en todo el mundo sin distinción de naciones desarrolladas o subdesarrolladas (Romero, Olite, & Álvarez, 2006). Un estudio por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2018 sobre la contaminación ambiental del aire, estima que tanto en las zonas urbanas como rurales, fue causa de 4.2 millones de muertes prematuras alrededor del mundo por año, además, menciona que los habitantes de aquellos países de ingresos bajos y medianos, soportan desproporcionadamente la carga de esta contaminación atmosférica (OMS, 2018). Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) publicada en el 2018, indica que a nivel de las Américas, suceden 93 000 defunciones anuales en países de ingresos bajos y mediados, mientras que, en los países de ingresos altos ocurre 44 000 fallecimientos anuales (OPS, 2018).

Sin duda, esta realidad mundial no es nada ajena al Ecuador, sobre todo los altos niveles de contaminación del aire se da en las grandes ciudades del país, debido a su número de habitantes, parque automotor e industrias. Entre las ciudades más contaminadas del país resalta el Distrito Metropolitano de Quito, porque es la capital y una de las urbes que representa no solo la economía del país sino las directrices políticas a nivel nacional (Chango, 2017).

El deterioro de la calidad de aire en la ciudad de Quito, es ocasionado principalmente por el crecimiento acelerado de la población, el aumento del parque automotriz y el progresivo desarrollo de las industrias (MAE, 2019). Según INEC citado por (Sangoluisa, 2018), se menciona que la población de Quito es de 2.6 millones de habitantes en el 2017; sin embargo, la institución hace

una proyección para el año 2020 con una población de 2.7 millones de personas, cifra que coloca a la ciudad como la más poblada del Ecuador. Otro estudio de la institución describe que en el año 2010 los vehículos motorizados ascendían a la cifra de 1'226 349 automóviles, mientras que, para el 2015 la cifra llega a un total de 1'925 368 de automóviles, es decir, el parque automotor en el Ecuador creció un 57% en cinco años (INEC, 2016).

De igual modo, el crecimiento industrial en el DMQ ha sido muy evidente en los últimos años, (Andes, 2014) señala a la ciudad como la nueva capital de la economía del Ecuador, por el hecho de que, a nivel del país hay 733 977 empresas de las cuales en Quito se asientan el 19% de ellas, superando a Guayaquil que tiene tan solo el 14%. Asimismo, las empresas de Quito vendieron US\$68 797 millones, mientras que, las empresas de Guayaquil vendieron US\$42 445 millones.

Por otro parte, el crecimiento poblacional desmesurado en la urbe de Quito, ha incrementado los problemas sociales y medioambientales en la urbe. Es por ello que el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) en el año 2010 creó el Plan Nacional de la Calidad del Aire, cuyo objetivo principal es darle el derecho a los habitantes a vivir y gozar de un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y sustentable (MAE, 2010). Así mismo, el DMQ cuenta desde hace 17 años con una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, que permite obtener información libre, oportuna y de calidad para la toma de decisiones por parte del gobierno (Secretaría de Ambiente, 2018).

La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito cumple con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (US-EPA) y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Está compuesta por 9 estaciones que están monitoreando constantemente los diferentes contaminantes del aire, así como, variables de índole meteorológicas y ruido ambiental que presenta la ciudad (Secretaría de Ambiente, 2018).

En este sentido, la ciudad de Quito ha sido pionera en la temática de la contaminación atmosférica, al asumir un rol importante en la gestión ambiental, tratando de implementar medidas ambientales que permitan de cierta manera identificar y mitigar la contaminación del aire. Sin embargo, hay mucho por hacer en este campo, puesto que, la calidad del aire es una de las prioridades críticas en la gestión de la salud pública no solo de la ciudad de Quito o del país, sino a nivel mundial.

1.2.Planteamiento del problema

En la actualidad, la contaminación aérea es uno de los problemas que más efecto nocivo causa al planeta tierra por el hecho de que posee una fácil propagación y grandes consecuencias no solo en el ámbito de la salud, sino también en la parte económica y productiva de un país (Sangoluisa, 2018). Dentro del campo de la salud, la (OMS, 2018), afirma que la contaminación atmosférica causa serios problemas a los habitantes como: enfermedades pulmonares crónicas, infecciones respiratorias agudas, reacciones alérgicas, etc. En otras palabras, las personas que vivan en un ambiente poluto, serían más propensas a poseer este tipo de enfermedades y se verán afectados en su desenvolvimiento cotidiano e inclusive la muerte.

Por otro aparte, en el sector económico y productivo, la contaminación aérea puede ocasionar grandes pérdidas monetarias a un país. Por ejemplo, en la disminución de la productividad laboral, gastos de salud, deterioros de la vivienda, disminución de los impuestos prediales, entre otros (OECD, 2016). Es decir, tanto el gobierno, como las empresas privadas y las personas incurren en gastos innecesarios, al verse afectados por la contaminación ambiental.

Asimismo, en las últimas décadas ha existido una evidencia importante en que la contaminación del aire y las consultas médicas de enfermedades respiratorias guardan una relación positiva, es decir a medida que ha aumentado la contaminación en el ambiente se han reportado más casos clínicos de asma bronquial, cáncer pulmonar, neumonía, enfermedades cardiovasculares etc. (Romero, Olite, & Álvarez, 2006).

Por otro lado, el poseer un ambiente contaminado involucra disminuciones en el deterioro de los materiales de las viviendas, que se pueden traducir en incurrir en gastos innecesarios de mantenimiento (Vidaurre, 2009). Pues bien, un estudio mostró que López et al. (2004) citado por (Sangoluisa, 2018), elaboró un Manual de Patologías de la Edificación, que hace hincapié en que la contaminación del aire es considerada como una de las patologías que afecta al ladrillo, mediante el SO_x que al combinarse con el agua puede formar ácido sulfúrico, que se encuentra en el aire contaminado, lo cual es muy devastador porque el ladrillo es el principal componente para la construcción de la vivienda. Al mismo tiempo, los sulfatos y partículas derivadas de la quema de combustibles fósiles crean agentes que corroen materiales como la piedra que al igual que el ladrillo es un material fundamental en la construcción del inmueble.

En consecuencia, el impuesto predial que el DMQ recauda a todas aquellas personas que poseen un bien inmueble, también se podrá ver afectado gravemente ante este daño ambiental. Dicho impuesto es un rubro muy importante que la municipalidad recauda a la ciudadanía. Puesto bien, el cabildo a través de su editorial Quito Informa, aspira recaudar para este año un total de 108 millones de USD (Quito Informa, 2019). Es decir, este impuesto que fija la administración, es útil para los diferentes gastos de la ciudad, y se verá gravemente disminuido en su recaudación por la baja del precio de la vivienda. La reducción en los niveles de contaminación atmosférica es una

prioridad crítica para la urbe, ya que la ausencia de esta polución, puede aumentar la productividad de las personas en sus empleos u ocupaciones cotidianas, al no enfrentar enfermedades como: problemas respiratorios, alergias, fibrosis, daño a las células, etc. (Vidaurre, 2009).

Asimismo, no incursionaría el gobierno en gastos innecesarios por dichas enfermedades, ni tampoco, verá deteriorados los inmuebles, y por ende, los impuestos prediales que recauda la municipalidad se mantendrían o se incrementarían. De esta manera, el desarrollo socioeconómico ambiental racional y sostenible ha venido adquiriendo mucha fuerza en nuestra sociedad, sobre todo porque ha adquirido conciencia en que sino cuidan aquellos escenarios como: parques, árboles, ríos, flora, fauna y la calidad del aire que están en su alrededor, el medioambiente se verá deteriorado drásticamente y sus consecuencias serán devastadoras para el bienestar de la población.

Frente a esto, las autoridades locales e internacionales se hacen solidarias ante esta concientización y ponen cartas en el asunto a través de políticas ambientales en pro de su conservación. Según La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2015, en su programa de los objetivos del milenio, la meta 7, menciona garantizar la sostenibilidad ambiental a nivel mundial (ONU, 2015). En este sentido, el presente trabajo de titulación tiene el propósito de otorgarle una verdadera importancia a la calidad del aire, mediante la integración del medioambiente al desarrollo económico y social de un país. De ahí que, se ha plantado algunos objetivos con el fin de cumplir el objetivo 7 del programa implementado por la ONU.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Valorar la contaminación del aire en los precios de los bienes inmuebles mediante el método de precios hedónicos de las parroquias de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní para diseñar políticas ambientales orientadas a la salud pública de la urbe.

1.4.2. Objetivo Específicos

- Determinar el nivel de contaminación del aire en las parroquias de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní.
- Estimar la contaminación del aire en los precios de los bienes inmuebles mediante el método de precios hedónicos de las parroquias de Calderón, Belisario y Guamaní.
- Determinar la ubicación del problema ambiental para las tres zonas de estudio con el propósito de visualizar de mejor manera la contaminación del aire.
- Desarrollar una propuesta de política ambiental orientada a la salud pública, para disminuir los costos que producen la contaminación atmosférica en la sociedad.

1.5. Metas

- Una base de datos en formato Excel con el inventario de los diferentes precios de venta de los bienes inmuebles que se están comercializando actualmente en el mercado inmobiliario.
- Un reporte de los resultados de los diferentes contaminantes de estudio al aplicar el método de precios hedónicos con la forma funcional Log-Log.

- Un reporte estadístico de las variables explicativas (Estructura física, social y ambiental) en la cual constará los diferentes test estadísticos para validar el modelo hedónico.
- Un cuadro resumen en la que se presentará la valoración económica de las parroquias de estudio.
- Un mapa en la que se representará la zona de estudio, así como, la ubicación de La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito de las estaciones utilizadas.
- Un mapa en la que se visualizará de mejor manera el problema ambiental en las diferentes zonas de estudio.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. Contaminación ambiental

Toda actividad económica por parte del ser humano ha hecho cambios significativos en la naturaleza con el único propósito de satisfacer sus necesidades para lograr su bienestar en el planeta. Esto ha provocado grandes cantidades de desechos hacia al medioambiente. Sin embargo, estos desechos eran locales ya que se trataba de desechos propios de los recursos naturales y estos se degradaban fácilmente una vez utilizados (Illicachi, 2015). Cuando comenzó la era industrial el problema paso de local a una escala global, ya que se descubrieron nuevas maneras de producción en las fábricas y para que funcione se tenía que desprender grandes cantidades de energías fósiles y que arrojaban enormes emisiones contaminantes al ambiente (Gómez, 2011).

Las grandes ciudades de ese entonces comenzaron a ver los efectos nocivos que acarreaban por su excesivo y desmesurado uso de los recursos naturales que ponían a toda máquina a funcionar las grandes fábricas de ese entonces, junta con una pobre política ambiental se hacía cada vez más palpable los brotes de enfermedades sobre todo cercanos a los ríos o industrias de la ciudad (García, 2013). En ese entonces las chimeneas de las fábricas emitían grandes cantidades de hollín y azufre a la urbe, ocasionando graves problemas de salud tanto a los trabajadores de las manufactureras como a las personas que vivían cerca de estas fuentes contaminantes.

Asimismo, se veía que árboles y cultivos cercanos corrían con la misma suerte, los ríos que eran utilizados por las industrias para sus desperdicios comenzaban a degradarse, ocasionaban brotes de cólera que se propagaba rápidamente a lo largo de la ciudad (Illicachi, 2015). Frente a esta situación, las grandes ciudades comenzaron a preocuparse por esta problemática ambiental. Una

de las primeras medidas fue por parte del parlamento del Reino Unido al aprobar la primera ley de salud pública que sostenía que todas las poblaciones tenían que contar con agua potable. Asimismo, se unieron otras ciudades hegemónicas implementando sus medidas, una de ellas fue la purificación del agua antes de devolverla a los cuerpos de agua mediante la utilización de estaciones depuradoras.

Por otra parte, se comenzó a aplicar filtros en las chimeneas para la eliminación de partículas grandes (Illicachi, 2015). Esto sin duda, mejoró la calidad del aire de esa época, disminuyó las enfermedades que estaban matando a las personas, sin embargo las ciudades no contaban que mientras pasaba el tiempo avanzaban en conocimiento y tecnología y comenzaron a surgir nuevas fuentes de contaminación del aire.

Una de ellas fue añadir plomo a la gasolina para que los motores funcionen de manera más óptima, pero no se contaba que esta sustancia causaba daños cerebrales y al sistema nervioso cuando fuera liberado al medioambiente. Incluso, el petróleo se comenzó a comercializar en grandes escalas por todo el mundo para consumo de vehículos y fábricas.

Esta situación provocó grandes emisiones de gases contaminantes, así como, deterioros de hábitat y vida silvestre por derrames petroleros tanto en mar como en tierra (Illicachi, 2015). Asimismo, el elemento uranio gracias al avance tecnológico fue considerado como un recurso muy importante para producir energía a través de su utilización como combustible para los reactores nucleares (García, 2013).

Tras la II guerra mundial, los países incrementaron de forma exponencial su cultura extractivista y consumista e iniciaron indiscriminadamente a explotar los recursos naturales para satisfacer las diferentes necesidades de las poblaciones. Se construía carros en serie, numerosas cantidades de productos químicos, artículos para el hogar cosméticos, pesticidas, aerosoles, etc. (Illicachi, 2015).

De ahí que, no tardó mucho tiempo en manifestarse las consecuencias de la contaminación del aire. Un caso notorio fue en la ciudad de Londres que durante una semana del 4 al 10 de diciembre de 1952, fue cubierto por una masa de aire frío. Frente a esto, los habitantes por salvaguardarse de las bajas temperaturas encendían sus estufas de carbón, además la actividad industrial seguía a todo máquina, provocando una nube densa de contaminantes que se concentraron en el aire de la urbe por la masa de aire frío que no le dejaba dispersarse, ocasionando 4 000 personas muertas gracias a este fenómeno (Lacasaña, Agular , & Romieu, 1999).

Esta realidad no era nada ajena a los demás países con poderío industrial y económico como EEUU, Japón, Francia, Alemania, Italia, entre otros que padecían situaciones similares de contaminación atmosférica (Illicachi, 2015). Frente a esto, las naciones del mundo comenzaron a entender que si seguían así habría una insostenibilidad global, donde la calidad de vida iría en picada hacia abajo introduciendo así por primera vez el término crecimiento y desarrollo económico (Carvajal , 2015).

2.2.Crecimiento y desarrollo económico

El crecimiento económico de un país se lo mide generalmente a través del incremento porcentual del Producto Interno Bruto (PIB) o el Producto Nacional Bruto (PNB) en un año. En otras palabras, hablamos de un crecimiento económico cuando la cantidad de productos y servicios producidos por la nación en un determinado año es superior con respecto al anterior año (Castillon, 2011).

Si bien es cierto, que cuando el crecimiento económico se da en un país, este tiene un aumento en sus recursos financieros para cubrir otras necesidades que afectan de una u otra manera el bienestar de una población. Se habla de reducir la pobreza, mejorar los servicios de transporte público, dotar de electricidad y agua potable para todas las localidades de un país.

No obstante, la historia ha juzgado con su propio peso ya que a costas de aumentar la riqueza en una nación, ha surgido mayor desigualdad entre sus habitantes, mayores tasas de desempleo y sobretodo un daño importante a los recursos naturales afectando a los cuerpos de agua y la calidad del aire del planeta (Castillon, 2011). De ahí que, los países crecían cada vez en términos económicos, pero su desarrollo económico estaba por los suelos.

Según Debraj (2002) citado por (Sangoluisa, 2018) indica que el desarrollo económico va más allá de una simple renta económica generada año tras año, sino que, se entiende como un concepto multidimensional ya que considera también la cobertura y acceso de sus servicios básicos (agua, luz, teléfono, etc.), el nivel de educación y salud, esperanza de vida, entre otras. Es por ello que las naciones del mundo tomaron conciencia en la insostenibilidad del modelo que se venía dando, el cual era solo crecer económicamente a costa de la sociedad y naturaleza. A partir de ahí surgió dos crisis importantes: la crisis social y la crisis ambiental (Carvajal , 2015).

Según (Labandeira, León, & Vázquez, 2007) menciona que la crisis ambiental se ha generado por la misma economía de mercado, ya que al aumentar los países sus rentas per cápita, conlleva a que los recursos naturales sean extraídos y utilizados desproporcionalmente. Esto significa que exista una mayor presión a los ecosistemas por los residuos que queda después una actividad económica, dificultando así que los ecosistemas pueden asimilar y regenerarse.

Varios estudios así lo demuestran que el crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones contaminantes guardan una estrecha relación directa y positiva. Según (Gómez, 2011) demostró que cuando un país quiere lograr un crecimiento económico requiere más cantidades de energéticos fósiles para que las diferentes industrias puedan producir sus productos. De ahí que, un subproducto generado a partir de la producción y el uso de energía, son los diferentes gases contaminantes arrojados a la naturaleza. En otras palabras, a mayor crecimiento económico, mayor consumo de energías y mayor emisiones contaminantes al medioambiente (Gómez, 2011).

Aquellas energías fósiles como el petróleo, gas natural y carbón son utilizadas en mayor medida para satisfacer la demanda energética del planeta. Así lo demuestra el BP Statistical Review of World Energy al señalar que la demanda energética a nivel mundial es producida en su mayor parte por el petróleo, gas natural y carbón representando así el 34,8%, 23,8% y 29,4% respectivamente del año 2009 (Cutillas, 2011). Cabe recalcar que aquellos países con mayor poderío económico son a la vez los mayores explotadores de estas energías y por ende los mayores contaminantes de la atmósfera. Un claro ejemplo es la China y EEUU que se encuentran en el puesto número uno y dos respectivamente dentro del ranking de los países que más contaminan al planeta (Loaiza, 2018).

2.3.Las fallas de mercado

Se producen al no cumplir dos fundamentos de la economía del bienestar. Uno de los teoremas menciona que cuando un mercado tiene libre competencia y los derechos de propiedad son definidos correctamente se dice que la economía es eficiente con respecto al óptimo de Pareto. Mientras que, el otro teorema señala que a través del mecanismo de precios para que funcione un mercado, se obtendrá de esta una asignación eficiente (Stiglitz, 2000).

De ahí que, Stiglitz propone que la intervención del estado no es negociable para que exista el funcionamiento de un mercado, ya que el estado puede implementar un marco social y jurídico para basarse y establecer correctamente los derechos de propiedad (Stiglitz, 2000). En otras palabras, sin no hay una estructura institucional que defina a quien pertenece un bien, no existiría un mercado ya que no habría el juego de compra y venta.

Por el contrario, (Labandeira, León, & Vázquez, 2007) señala que los bienes y servicios privados, así como su nombre lo indica poseen derechos de propiedad y eso garantiza su uso y exclusividad para que exista y pueda ser tranzados en un mercado. Por otro parte, el asignar un mecanismo de precios, teóricamente, mostraría cuando un recurso estaría o no por escasearse, afectando la predisposición de una persona en dar o no un uso correcto del recurso con el propósito de maximizar su bienestar (Stiglitz, 2000). No obstante, Mendieta (2008) citado por (Carvajal , 2015) señala que al asignar un mecanismo de precios a un bien, hay la posibilidad de subvalorar dicho recurso o dar un mal juicio de todos los servicios que podría brindar el recurso natural.

Hay seis situaciones en la que un mercado falla al no cumplir con el óptimo de Pareto. Estas situaciones son las siguientes: competencia imperfecta, mercados incompletos, información imperfecta, bienes públicos, externalidades y paros y otras perturbaciones económicas (Stiglitz, 2000). Como se indicó anteriormente de estas 6 situaciones se profundizará con más detalle los bienes públicos y las externalidades con respecto al medioambiente. Sin embargo, las demás se explicarán brevemente para entrar en un contexto acertado:

- La competencia imperfecta: se da cuando no existe un número suficiente de competidores, de tal forma que estos no puedan influenciar directamente en los precios de los bienes que

están siendo tranzados en un mercado. Sin embargo, en ciertas ocasiones esto no sucede y las grandes firmas logran imponer sus precios en los bienes o servicios, formando monopolios u oligopolios.

- La información imperfecta: sucede cuando una persona no tiene toda la información (cantidad, calidad, y precio del bien o servicio) que le permita poder decidir si desea adquirir un bien o no, bajo la premisa de que a partir de esta elección dependerá su máxima utilidad y bienestar.
- Los mercados incompletos: se da cuando un bien o servicio no está disponible en un mercado aun cuando el costo de suministrarlo es inferior al precio que está dispuesto a pagar la persona para disfrute del bien o servicio.
- Los paros y otras perturbaciones: ocurre cuando existen los paros por parte de los trabajadores o la inflación. Estas situaciones se dan cuando el mercado no está funcionando de forma correcta.

(Stiglitz, 2000).

2.3.1. Externalidades y el medioambiente

Según Sterner (2007) citado por (Carvajal , 2015) afirma que la externalidad se produce por parte de un individuo o empresa que al aplicar su actividad genera un efecto secundario e involuntario sobre otras personas o empresas y que esta no es compensada por el emisor. Un ejemplo de esto, es cuando la empresa de transporte de buses va cumpliendo su trayecto dentro la ciudad y por eso, causa emisiones de gases contaminantes y los habitantes respiran ese aire y posteriormente se ven afectados en su salud.

Existe dos tipos de externalidades, positivo o negativo, esto será catalogado de acuerdo a como es recibido por el agente afectado. En otras palabras una externalidad de tipo positivo es cuando el agente afectado recibe el efecto secundario de otro agente y esta aumenta su bienestar y no ha pagado ningún costo por ella. Por otra parte, una externalidad negativa sucede cuando el agente afectado recibe el efecto secundario de otro agente y esta ocasiona un costo o disminuye su bienestar y no es compensado por el agente generador (Tapia, 2013).

De ahí que, Sterner (2007) citado por (Carvajal , 2015) menciona que las externalidades se dan en los bienes y servicios ambientales por no tener derechos de propiedad oportunamente definidos y la ausencia de precios de estos bienes, ocasionando así que no exista mercado. En otras palabras, si el aire cumpliera lo expuesto anteriormente se podría internalizar las consecuencias negativas de un aire poluto, ya que debería de ser comprado un derecho para contaminarlo.

Otra manera de internalizar a estas externalidades es lo que propone (Stiglitz, 2000) que se necesita de la intervención del estado por medio de incentivos monetarios a los agentes generadores de dicha externalidad. Es decir, para el caso de las empresas, estarían dispuestas a asumir costos adicionales en su presupuesto para internalizar sus efectos de contaminación al medioambiente, siempre y cuando el estado ofrezca los incentivos necesarios.

También se mencionó anteriormente que una posible solución es a través de definir los derechos de propiedad. Existen algunas ocasiones que esta solución no puede efectuarse, no obstante, (Stiglitz, 2000) afirma que para contrarrestar este problema llama a fortalecer la institucionalidad jurídica con el objetivo de proteger a los individuos por las externalidades de contaminación.

Es decir, cuando una persona se siente amenazada por una actividad de otra persona o empresa, esta pueda acudir a instancias legales para que le ampare en el proceso y sea compensada por este perjuicio. Un ejemplo es cuando las comunidades demandan a las empresas petroleras y mineras.

2.3.2. Los bienes públicos

Los bienes o servicios denominados públicos son por que cumplen la premisa de ser no rivales y no excluyentes. Es decir para que un bien o servicio sea considerado público es que al momento de que un bien o servicio sea utilizado, no importaría que sea por uno o varias personas, ya que al ser utilizado por una persona no implica que la otra no pueda utilizarla o se vea disminuido (condición de no rivalidad).

Asimismo, cuando un bien o servicio no pueda ser excluido de su uso a las personas, ya que el hacerlo implicaría mayores costos que incluirle a los individuos (condición de no excluyente). Estas dos particularidades hacen que se produzca una falla en el mercado (Stiglitz, 2000). De ahí que, los bienes y servicios que tienen la condición de ser no rival y no excluyente se denominan bienes públicos puros. Por otro lado, Stiglitz menciona otra categoría de los bienes públicos denominada bienes públicos impuros. Esta categoría se da cuando el bien o servicio tiene la condición de no rival y excluyente o rival y no excluyente. A continuación, se presenta la Tabla 1 en donde se resumirá que bienes y servicios entran en las diferentes categorías y se nombrará algunos ejemplos que entren en cada uno de las subdivisiones.

Tabla 1.
Clasificación de los bienes y servicios.

	No Rival	Rival
No excluyente	Bienes públicos puros (Faro, Servicio de electricidad, agua potable, Defensa Nacional)	Bienes comunes (uso de un parque natural público, uso de una laguna, uso del aire)
Excluyente	Bienes club (Pago de canales de TV privados, acceso a una playa privada)	Bienes privados puros (una televisión, celular, carro)

Fuente: (Stiglitz, 2000)

Cabe recalcar que los bienes comunales que cumplen la condición de rivalidad y la no excluyente, se explica que hay una degradación cuando un individuo utiliza el recurso ya que una persona pierde el privilegio de pescar el mismo pez u otros individuos capturarán los mayores beneficios del recurso que otros. Además, no se puede excluir a la persona porque sería imposible o implicaría un alto costo.

Generalmente, es el estado el encargo de proporcionar estos tipos de bienes o servicios y como la gente puede acceder a ellos sin ningún costo alguno, tiende a ser sobre utilizada ocasionando pérdidas sociales (Stiglitz, 2000). En suma, estas fallas de mercado hacen que los bienes o servicios ambientales no tengan un mercado convencional y por ende exista una indeterminación en su precio. De manera que, estos bienes serían subvalorados y mal utilizados, por ende su deterioro sería inminente (Pérez, 2016).

2.4.Economía Ambiental

La economía ambiental se desarrolló en la década comprendida entre 1960 y 1970. Esta corriente ambiental junto a otras nacen a partir de una crítica al crecimiento económico desmesurado que vivía la sociedad en esa época, además de ocasionar diferentes estragos y efectos al planeta (Osorio, 2002). Por ejemplo, una de las más importantes fue las sucesivas crisis de los precios del petróleo, que despertó a la población a pensar que principalmente los recursos naturales no renovables tenían sus límites y esto preocupaba que el crecimiento económico se viera afectado (Ambrogi, 2010).

Por otra parte, cada vez se hacía más notorio que el medioambiente se viera afectado gravemente en el deterioro paisajístico y ante innumerables situaciones de contaminación del aire y del agua alrededor del mundo, llevando a la salud de la sociedad a una disminución notable e incluso en ocasiones la muerte. Asimismo, el crecimiento poblacional en los países menos industrializados provocó una mayor presión a los recursos y en consecuencia el aumento de los niveles de la pobreza (Ambrogi, 2010).

Por consiguiente, hubo muchos pensadores que comenzaron a investigar cómo solucionar esta problemática y en sus intentos integraron la ciencia económica con el medioambiente. Uno de los primeros debates relacionando a los problemas ambientales con la economía, era en cuanto a la acumulación de recursos naturales (doctrina mercantilista) y posteriormente la provisión de alimentos (doctrina fisiocracia) (Ambrogi, 2010).

Pues bien, en un breve análisis de aquellos pensadores que tomaron en cuenta los límites de los recursos naturales fueron Malthus en su obra publicada en 1798 sobre el principio de la población. Asimismo, Mill se centró en la gestión de recursos naturales y estableció ideas pioneras que forman parte de los modelos económicos hoy en día. Más adelante, Hotelling sostuvo que no se puede dar una asignación intertemporal óptima de recursos. Por otra parte, Pigou aportó diferenciando los costos privados y sociales debido a las externalidades para solucionar las fallas del mercado y finalmente Coase contribuyó al querer definir los derechos de propiedad para así corregir las externalidades (Osorio, 2002). En suma, todos estos aportes sirvieron para que la economía y el medioambiente puedan de cierta manera integrarse en una sola y es a partir de ahí que aparece la economía ambiental con el propósito de internalizar las externalidades con respecto a la utilidad de los agentes afectados.

Antes de entrar en mayor profundidad a la economía ambiental, en primera instancia, se explicará a una escuela muy importante dentro de la economía, denominada la escuela neoclásica. Según Kerschner (2009) citado por (Jaramillo, 2013) indica que la economía neoclásica se basa en un sistema circular cerrado en donde el dinero es utilizado de forma perenne para alimentar aquellos intercambios que suceden entre agentes económicos, sin tomar en cuenta ningún rol por parte de la naturaleza y sin un número de intercambios limitados (Ver Figura 1).

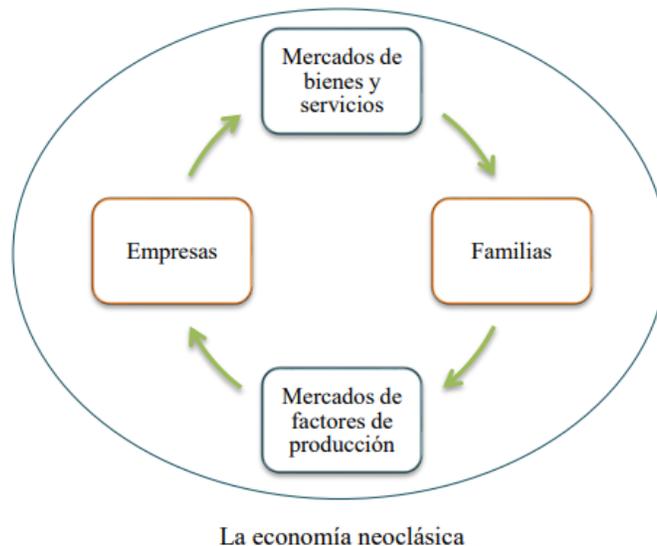


Figura 1. La economía como sistema cerrado

Fuente: (Jaramillo, 2013)

Por otra parte, según Miller (2002) citado por (Jaramillo, 2013) indica que economía neoclásica basa sus lineamientos en un mercado de competencia perfecta y que los agentes económicos tienen un comportamiento racional. Asimismo, el propio juego del mercado determina sus precios que son igualados a los costos marginales, dando así una información correcta de su asignación de recursos.

Incluso, dentro de la escuela neoclásica vale destacar una corriente que es la economía del bienestar que basa su análisis en la teoría del óptimo de Pareto, es decir, se llega al óptimo de Pareto cuando una persona incrementa su utilidad sin disminuir la utilidad de las demás personas. Asimismo, la economía del bienestar basa su análisis en aquella política distributiva para llegar a la equidad social (Falconí, 2002). Paralelamente, existe una rama de la economía neoclásica que se llama la economía ambiental. Según Munda (1997) citado por (Jaramillo, 2013) señala que la economía ambiental se enfoca en resolver los problemas ambientales ocasionados por sus externalidades, así como, su uso óptimo y acertado de los recursos naturales.

Por otra lado, según Stiglitz (1974) citado por (Carvajal , 2015) afirma que quiere comprender de qué manera los recursos naturales no renovables limitan el crecimiento económico y poblacional y planteó una alternativa de que el capital económico consiguiera remplazar al capital natural, con la condición de que exista un avance tecnológico junto con la eficiencia, que permitiera desarrollar la economía sin perjudicar a la naturaleza. Igualmente, (Falconí, 2002) corrobora el enunciado de Stiglitz, que entre el capital natural y económico si puede existir niveles de sustitución a través de la inyección de dinero. Incluso, López (2012) citado por (Carvajal , 2015) señala que la sustitución se puede dar a través del capital físico o humano mediante cambios en la infraestructura, educación, salud y sobre todo tecnología.

Un ejemplo claro de cuán importante es el avance tecnológico, es dada por Stiglitz (1997) citado en (Carvajal , 2015) al mencionar que las maquinas a través de su eficiencia y mejora tecnológica puede mejorar su producción y con ello reducir el uso de aquellos recursos escasos, así como, generar menor contaminación, disminuir su uso de energía e incluso reciclar los recursos. Paralelamente, esto se podría dar siempre y cuando se cumpla una regla fundamental sobre el capital financiero denominada la regla del capital constante. Esta regla desarrollada por Hicks, Page, Hartwick y Solow señala que el stock total de capital económico no se puede reducirse y mucho menos acabarla al pasar el tiempo y que para cada generación que venga, la actual le entregará al menos la misma cantidad con la que recibió (Labandeira et al., 2007).

Sin duda, esta teoría de la economía ambiental ha sido expuesta a diferentes críticas por otros expertos economistas ambientales. Uno de los principales opositores a esta corriente ambientalista es el economista Daly. Según Daly citado por (Carvajal , 2015) indica que esta teoría no puede ser aplicada ya que no es posible remplazar el capital natural por el capital económico, ya que él

considera que son complementarias. Incluso, no por tener las mismas unidades pueden ser sustituibles y si fuera el caso, la historia se ha encargado de demostrar que siempre han existido dificultades de los recursos naturales con respecto a su escases y agotamiento.

Frente a estas duras críticas por parte de Daly, el economista Solow (1997) citado por (Carvajal , 2015), hace referencia a que si se puede sustituir el capital natural por medio de factores de producción, siempre y cuando exista la eficiencia en la producción mediante la implementación de mecanismos oportunos. Asimismo, Stiglitz (1997) citado por (Carvajal , 2015) entra en la controversia señalando estar de acuerdo con el postulado de Solow y añade que los mercados poseen fallas al asignar y usar los recursos naturales y propone que el estado intervenga y solucione estas fallas de mercado.

Por otra parte, en términos generales la economía es encargada de que a partir de los diferentes recursos o factores existentes (trabajo, dinero, tierra) organiza la producción y consumo con el objetivo de darle un uso óptimo y mejorar al máximo el bienestar de la sociedad (Herrera, 2010). No obstante, este concepto es basado en la economía tradicional ya que en sus factores no está incluido a la naturaleza. En este sentido y siguiendo estos lineamientos expuestos anteriormente, toma en cuenta que el proceso de desgaste y pérdida de los recursos naturales es un costo más para la economía.

Por consiguiente, los países en sus sistemas de cuentas nacionales comenzaron a incluir a la contabilidad ambiental, en un esfuerzo de obtener una verdadera medida de su crecimiento y desarrollo económico (desarrollo sostenible) tras incluir el deterioro del medioambiente. De esta manera, los expertos economistas buscan darle un valor monetario a estos bienes y servicios

ambientales, enfocándose en medir sus beneficios frente a la sociedad (Herrera, 2010). De ahí que, aparece un nuevo concepto llamado valoración económica ambiental. A continuación, se profundizará este concepto y se mencionará cuáles son sus métodos para valorar al ambiente. Cabe recalcar que existe un sin número de métodos, sin embargo, se entrará en mayor detalle solo con el método de precios hedónicos, ya que fue utilizado a lo largo de este trabajo de titulación.

2.5. Valoración económica ambiental

Para poder efectuar o valorar un bien o servicio ambiental se debe entender en primera instancia que el precio de un bien o servicio está determinado por la utilidad que representa al consumidor. Es decir, se intenta mediar el grado de satisfacción que tendría al consumir dicho bien o servicio. De ahí que, la utilidad posee una relación positiva con el precio del bien, en otras palabras, a mayor utilidad o satisfacción en sus necesidades mayor será el precio del bien (Pérez, 2016). Según Sepúlveda (2008) citado por (Zorrilla, 2012) señala que al valorar un bien o servicio ambiental tiene como propósito conseguir una valor monetario que represente los cambios de bienestar que una persona o grupo de personas estén sintiendo frente a una mejora o daño de dichos bienes o servicios ambientales.

Por otra parte, Sinden y Worrel (1979) citado por (Zorrilla, 2012) menciona que la valoración económica de un bien o servicio ambiental es obtener una cierta cantidad de dinero que las personas estarían dispuestas a pagar por el bien a cambio de que les genere un nivel de satisfacción diferente al actual. Incluso, La Chira menciona que la valoración ambiental es poseer una unidad común para medir las ventajas y desventajas que tiene una sociedad por conservar, proteger, restaurar, así como, deteriorar y sobreexplotar los recursos naturales (La Chira, 2016). Bajo este punto de vista es de vital de importancia y necesario obtener un valor monetario de los bienes o servicios

ambientales ya que estas mediciones permitirán a la sociedad tener un inventario económico de todos sus recursos para implementar políticas públicas en pro de cuidar a la naturaleza y maximizar el bienestar de la población.

Por ejemplo, Linares (2011) citado por (Garcés, 2018) indica que al valorar los bienes o servicios ambientales puede ser un gran aporte al momento de implementar proyectos o políticas, tomando en cuenta el costo beneficio que tras aplicar ello pudiera afectar a los recursos naturales. Asimismo, Linares menciona que antes de fijar un impuesto ambiental, se debería tener un claro valor monetario de los recursos naturales con el fin de respaldar la medida impositiva con respecto a la rentabilidad social.

Igualmente, Del Saz (1997) citado por (Pérez, 2016), señala que el dar un valor a los bienes y servicios ambientales puede beneficiar a los gobiernos de turno para fundamentar mejor sus políticas ambientales, así como, para las organizaciones ambientales que al conocer el costo beneficio de una actividad humana pueden defender de mejor manera a la naturaleza, a las autoridades ambientales, de justicia y empresas privadas para indemnizar justamente a la sociedad por los daños y perjuicios al medioambiente y finalmente, y no menos importante, para los países en vía desarrollo cuya información le permita aprovechar de mejor manera sus recursos naturales para tener un desarrollo sostenible.

Ahora bien, según (Herrera, 2010) la naturaleza provee varios beneficios a la sociedad y se los clasifica generalmente por su uso directo, indirecto, de opción y por su existencia

- Uso directo: Se utiliza con fines comerciales, es decir, pueden ser tranzados a través de la oferta y la demanda en un mercado. Por ejemplo: la pesca de peces y crustáceos, la agricultura, minería, etc.
- Uso indirecto: Se lo aprovecha sin incurrir en una extracción o explotación del recurso. Por ejemplo: protección de especies, belleza paisajística, mejora en la calidad del aire y agua, etc.
- Uso de opción: este tipo de uso tiene que ver mucho hacia el futuro. Es decir, las personas sacrifican su consumo actual para conservar este recurso para las generaciones posteriores. Por ejemplo: para el caso del parque Yasuní se opta por conservar la biodiversidad que existe en ella, además de su belleza escénica como potencial turístico.
- Valor de existencia: se refiere más a su uso intrínseco. Las personas están dispuestas a conservar el recurso por razones éticas, culturales, altruistas, entre otras. Por ejemplo: hay sitios en el mundo en donde por el simple hecho de saber que existe y cuenta con dicho sitio, da un cierto bienestar a la sociedad.

En suma, las personas están dispuestas a pagar un bien o servicio ambiental por los diferentes beneficios que la naturaleza puede ofrecer a la sociedad. Por consiguiente, existen algunas metodologías que permiten monetizar estos usos que la naturaleza pone a disposición para la humanidad para mejora de su bienestar.

2.6.Métodos de valoración económica ambiental

Para estimar el valor monetario de un bien o servicio ambiental, existen algunas metodologías que están agrupadas de acuerdo a sus características de medición monetaria. Existen dos grandes grupos, uno de ellos es el método de valoración directa que basa sus valores en los precios del mercado o en la observación de cambios en la productividad. Dentro de este grupo el método más representativo y utilizado es el método de valoración contingente (Garcés, 2018).

El método de valoración contingente se basa en preguntar a los individuos cuál es su disposición a pagar (DAP) por la suministro o mejora de un bien o servicio ambiental. Este método generalmente se aplica por medio de entrevistas ya sea personal, por línea telefónica o por correo, a través de una encuesta previamente elaborado por el investigador (Garcés, 2018). Lo que se pretende en este método es crear un mercado hipotético que pretenda revelar las preferencias del consumidor de un mercado real y así poder asignar un valor monetario por bien o servicio ambiental.

Por otro lado, se encuentra el grupo de los métodos de valoración indirecta. Este grupo se basa en el comportamiento que tiene las personas en los mercados convencionales y relacionan los bienes que sí que si tiene mercado para poder inferir su valor monetario (Zorrilla, 2012). Dentro de este grupo se encuentra los siguientes métodos:

- Método de costo de viaje: relaciona el comportamiento de las personas con respecto al costo que ocasiona un viaje para disfrutar del bien o servicio ambiental (La Chira, 2016).

- Método de costes evitados: se refiere a cuanto está dispuesto a pagar una persona para asumir los costos que evita los daños causados por el deterioro de un bien o servicio ambiental (La Chira, 2016).

En este mismo grupo se encuentra el método de los precios hedónicos que fue utilizado para este trabajo de titulación y que en el apartado siguiente se profundizará su fundamento teórico. No obstante, a continuación se muestra la Figura 2 en donde se puede ver de mejor manera como la valoración económica ambiental total de un bien se desglosa en sus diferentes usos y métodos.



Figura 2. Descomposición del VET y los métodos de valoración económica asociados

Fuente: (Cristeche & Penna, 2008)

2.6.1. Método de precios hedónicos

Según Haab y McConnell (2000) citado por (Pérez, 2016) menciona que el método de precios hedónicos comenzó a tener una gran importancia en la sociedad a mediados los años setenta y la década de los ochenta, a partir de estudios que pretendían estimar monetariamente los bienes y servicios no mercadeables de tipo ambiental relacionándolas con los precios de las propiedades.

El fundamento teórico de este método sigue los lineamientos de la demanda del consumidor de Lancaster publicado en 1966. Él reconoció que al comprar una vivienda el consumidor mejoraba su utilidad a partir de los atributos de la vivienda y no del bien inmueble en sí. Pues bien, Rosen en 1974 expuso la teoría de los precios hedónicos por primera vez ante la academia y mencionó que la premisa fundamental de esta teoría es que el precio total de los bienes inmuebles es igual a la sumatoria del valor de cada uno de los atributos del bien inmueble (Sangoluisa, 2018). En este sentido, Uribe et al. (2003) citado por (Zorrilla, 2012) señala que la importancia del método de precios hedónicos es debido a que permite estimar un valor monetario de los bienes y servicios no mercadeables, cuando en un bien inmueble se encuentra asociado un bien no mercadeable.

En consecuencia, el método de precios hedónicos basa sus precios en el mercado de la oferta y demanda y por ser un bien heterogéneo sus características o atributos también se ven reflejados por este mercado. De ahí que, cuando el bien inmueble se desagregue en sus atributos o características y se establece la función de precios hedónicos, se podrá determinar un precio implícito (hedónico) para cada uno de ellos que en suma revelará el precio total del bien inmueble (Pérez, 2016).

Por otro parte, el modelo teórico de la función de precios hedónicos está determinado por la siguiente ecuación:

$$P_h = f_h(S_h, N_h, \dots, X_h)$$

Donde:

P_h : Es el vector que representa a los precios de los bienes inmuebles.

$S_h = S_{h1}, \dots, S_{hn}$: Es el vector que representa a las características o atributos estructurales del bien inmueble. Por ejemplo: el área en metros cuadrados de la casa, el número de habitaciones, baños, pisos, entre otros.

$N_h = N_{h1}, \dots, N_{hn}$: Es el vector que representa a las características o atributos de las amenidades del sector de la vivienda. Por ejemplo: presencia de áreas verdes, Unidades de Policía Comunitaria, centros de salud, centros educativos, entre otros.

$X_h = X_{h1}, \dots, X_{hn}$: Es el vector que representa a las características o atributos ambientales del sector de la vivienda. Por ejemplo: la calidad del aire, nivel de ruido, entre otros

(Sangoluisa, 2018)

A partir de este modelo hedónico, se puede obtener las elasticidades las variables (características o atributos del bien). Esta medida se obtiene a partir de la derivada parcial del precio de la vivienda con respecto a una de las variables, de acuerdo a que variable se quiera analizar y evaluar. Pues bien, las elasticidades de las variables poseen múltiples aplicaciones en la economía, en el sector empresarial y por su puesto en este estudio, ya que permiten analizar y evaluar las características de las variables.

Según (La Chira, 2016) en su estudio define a la elasticidad como “La variación porcentual que experimentará el Precio de la vivienda al incrementar en 1% una determinada variable del modelo”. Por otra lado, (Herrera, 2010) señala que la derivada parcial del precio de la vivienda P_h con respecto al atributo ambiental N_h representa la disposición marginal a pagar por un incremento (mejora) adicional en la calidad ambiental.

2.6.1.1. Supuestos o condiciones del método

Una vez definido y explicado el método de precios hedónicos antes de aplicarlo e interpretarlo los precios implícitos de cada uno de las características o atributos, este método deberá cumplir ciertas condiciones como:

- Mercado en equilibrio: El método asume que el mercado este en equilibrio y deberá de haber la misma cantidad de vendedores y compradores en el mercado, para una optimización máxima en su utilidad
- La vivienda es un bien heterogéneo: El método se basará en sus atributos o características de la vivienda más no en el bien inmueble en sí.
- Competencia perfecta: El método asume que los vendedores y consumidores no tiene el poder de influir directamente en el precio de un bien inmueble en el mercado, así mismo, existe la suficiente cantidad de vendedores y compradores que garanticen una adecuada variedad de inmuebles en el mercado.
- Costos de transacción cero: El método asume que el momento de que un comprador se encuentre en la búsqueda de una vivienda el costo de transacción será despreciable (mudanza y trámites legales) para evitar un incremento en su precio y que los vendedores no puedan agotar su oferta.

- Los precios hedónicos se ajustarán instantáneamente a los cambios del mercado: El método asume que ante cualquier cambio en la oferta y demanda del mercado la función de precios hedónicos se reflejará en ese mismo instante. (Hernández, 2012)

2.6.1.2. Forma funcional del método

Según Gottlieb (1966) citado por (Hernández, 2012) menciona que entre las funciones más empleadas para este método de precios hedónicos han sido la lineal Box-Cox, Log-Lineal, Semi-Log y Lineal, mientras que las funciones menos utilizadas son Cuadrática Box-Cox, Translog y Cuadrática Semi-Log. Por otro lado, muchos autores manifiestan que ha sido un tema polémico en decidir cuál es la forma funcional que mejor describa la relación entre el precio y las variables explicativas.

Pues bien, Romo, Lagos y Gil (2015) citado por (La Chira, 2016) indica que la elección de la forma funcional más adecuada para este método es debatible, sin embargo, también señalan que la más usada es la forma funcional Log-Log, argumentando que las investigaciones relacionadas a esta temática utilizan más esta forma funcional. Asimismo, Villavicencio y Romero en su estudio mencionan que en el campo de los precios hedónico referente a las viviendas, las formas logarítmicas son las que mejor predicen, es decir las formas funcionales Semi-Log y Log-Log (Osorio, 2002). De ahí que, Lever (2009) citado por (Hernández, 2012) ha demostrado empíricamente que al describir el precio con respecto a las variables independientes (atributos o características del bien inmueble) estas tiendan a tomar formas funcionales logarítmicas.

A continuación, se presentará un ejemplo para que el lector entienda un poco mejor esta relación que guarda el precio con sus variables. Supongamos que en primera instancia se plantea la siguiente función de precios hedónicos:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1(\text{area}_i) + \beta_2 \text{Log}(\text{calidad ambiental}_i) + \varepsilon_i$$

Esta función hedónica nos dice que el precio con el área posee una relación línea, mientras que el precio con la calidad ambiental guarda una relación logarítmica. Ahora bien, si la función hedónica fuera la siguiente:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1(\text{area}_i) + \beta_2(\text{calidad ambiental}_i) + \varepsilon_i$$

Tanto el área como la calidad ambiental con respecto al precio guardan una relación lineal. Si fuera el caso así, se tendría el siguiente gráfico (Ver Figura 3)

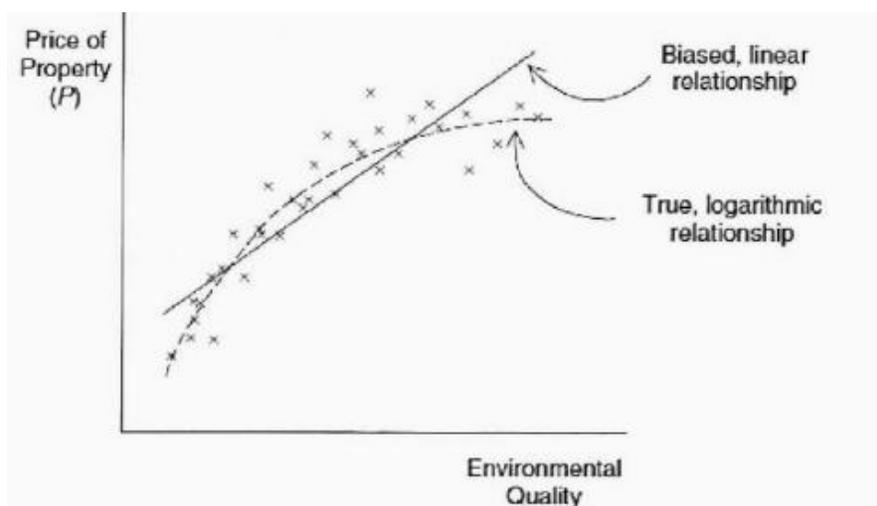


Figura 3. Especificación errada de la forma funcional en la estimación de precios hedónicos
Fuente: Bateman y otros (2001) citado por (Hernández, 2012)

En la Figura 3, se puede observar la calidad del aire vs el precio. Cuando el precio y la calidad del aire tienen una relación lineal se puede ver que es aproximación muy pobre y que esto se puede producir una mala especificación en la forma funcional y por ende sus precios implícitos de los atributos o características tendrían un sesgo importante. No obstante, si el precio y la calidad ambiental guardan una relación logarítmica, se puede ver se describe de mejor manera.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Delimitación de la zona de estudio

El presente proyecto, está ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), provincia de Pichincha, en las parroquias de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní. La ciudad de Quito se sitúa en un estrecho valle montañoso, ocasionando un relieve irregular, además, su ubicación en plena zona ecuatorial hace que goce una variedad tanto en los recursos naturales, pisos climáticos, como ecosistemas. Su superficie territorial abarca aproximadamente los 4,235.2 Km^2 , con una población cercana a los 2'239,191 habitantes según el último censo poblacional y vivienda 2010, albergando al 15,5% de la población nacional. Por otra parte, su división política administrativa está dividida en ocho zonas, que constan de 65 parroquias, de las cuales 32 son urbanas y 33 rurales (Municipio de Quito, 2012).

3.1.1. Parroquias Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní

Las parroquias de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní se encuentran ubicadas en la parte norte, centro-norte y sur de la urbe de Quito respectivamente. No obstante, las zonas de influencia de cada parroquia están ubicadas en las cercanías a las estaciones de monitoreo atmosférico, específicamente dentro de un radio de alcance de 3 km a la redonda de cada una de dichas estaciones. Así lo demuestra el manual acerca de redes estaciones y equipo de medición de la calidad del aire por el Instituto Nacional de Ecología de México, el estudio indica que las estaciones de medición de calidad del aire tienen una representatividad espacial característica dentro de una red de acuerdo al objetivo de medición que se pretenda.

Asimismo, el instituto cita una clasificación por la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU, en la que si el objetivo es para salud pública es necesario tener estaciones con una escala de representatividad a nivel de vecindario/municipal o urbana (Instituto Nacional de Ecología México, 2009). En otras palabras, para el nivel vecindario/municipal el rango establecido es entre 500 m a 4 km.

Por otra parte, el motivo de selección de estas tres parroquias fue que según el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) que tiene el DMQ, para Calderón y Guamaní tienen presencia de zonas industriales, mientras que, para Belisario Quevedo no las tiene ya que debido es considerado zona residencial. Esto quiere decir, que se espera concentraciones altas de contaminantes para aquellas zonas en presencia de industrias.

En las siguientes tablas (Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4), se muestran la información resumida de cada una de las estaciones de monitoreo atmosférico proporcionada en la página web de la Secretaría de Ambiente.

Tabla 2.

Estación de monitoreo Carapungo

COD		CAR
Nombre	Carapungo	
Coordenadas	78°26'50" W, 0°5'54" S	
Altitud	H=2660	
Dirección	Carapungo, Súper manzana B, el Verjel S/N, edificio Andinatel	
Equipamiento	SO ₂ , CO, NO _x , PAR, MET	

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2019)

Tabla 3.*Estación de monitoreo Belisario Quevedo*

COD	BEL
Nombre	Belisario
Coordenadas	78°29'24" W, 0°10'48" S
Altitud	H=2835
Dirección	Terraza del Edificio Administrativo del Colegio San Gabriel (Av. América 3541)
Equipamiento	SO ₂ , CO, O ₃ , NO _x , PM _{2.5} , PM ₁₀ , MET

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2019)

Tabla 4.*Estación de monitoreo Guamaní.*

COD	GUA
Nombre	Guamaní
Coordenadas	78°33'5" W, 0°19'51" S
Altitud	H=3066
Dirección	Patio de la Escuela Julio Enrique Moreno (Patricio Romero S/N y Lucía Alban)
Equipamiento	CO, O ₃ , NO _x , PTS

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2019)

Por lo tanto, en la Figura 4 se muestra un mapa de ubicación, en la cual se visualiza de mejor manera donde están ubicadas la estaciones de monitoreo atmosférico tanto de Calderón, Belisario Quevedo como Guamaní, así como, las zonas de influencia para cada estación, los diferentes inmuebles levantados para cada parroquia y las zonas industriales dentro de la ciudad de Quito.

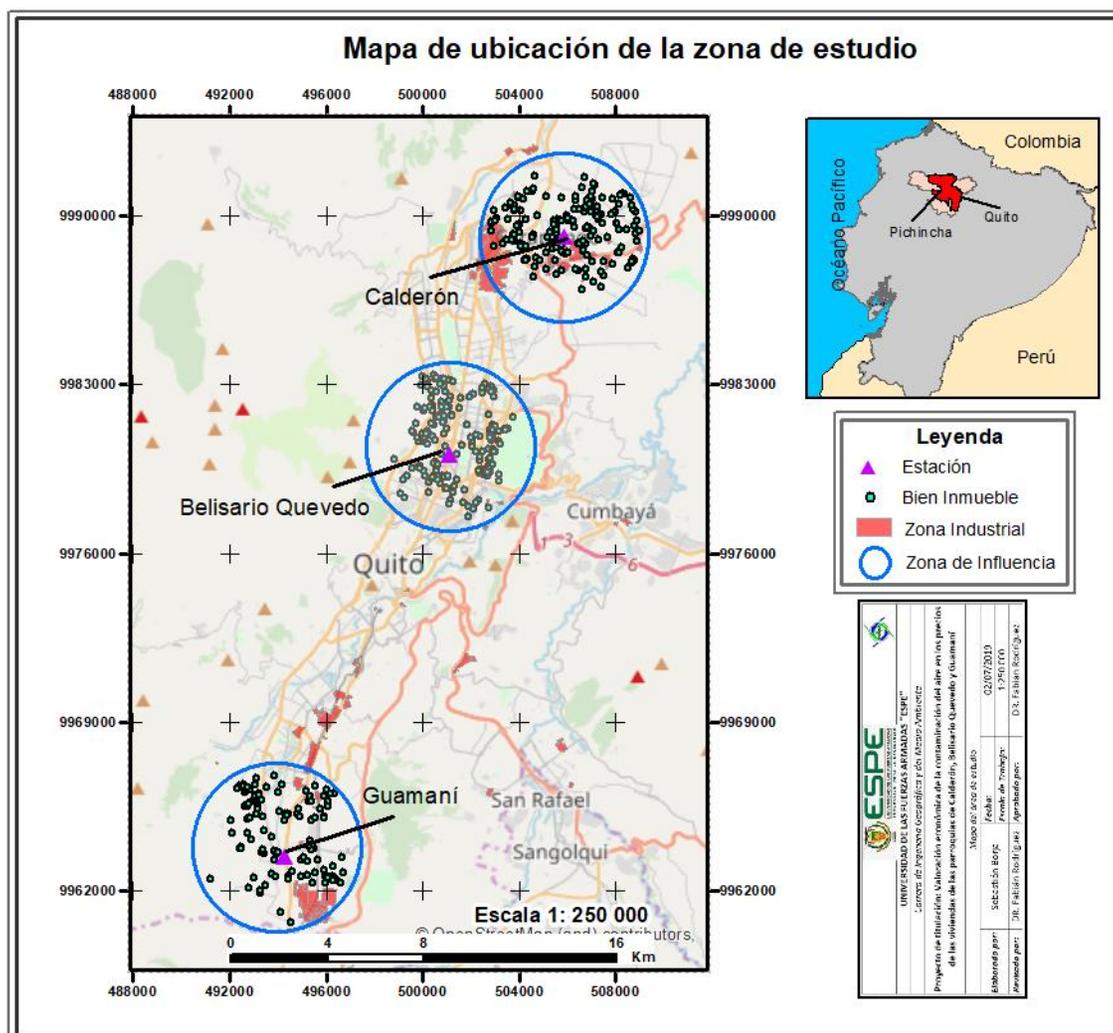


Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio

3.2. Cálculo matemático de la muestra

Para calcular las diferentes muestras representativas de cada uno de las parroquias de estudio, se procedió en primer lugar a establecer el número total de casas existentes que estén aproximadamente dentro de un radio de alcance de 3 Km a la redonda con respecto a cada estación.

Para lo cual, se utilizó la base catastral actualizada que posee el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en la cual constaban todas las casas existentes en la urbe, así como, el número de pisos, armazón, paredes, uso, tipo de construcción, etc.

Acto seguido, mediante el software ArcGIS 10.2, se cargó dicha información y se filtró a través de los campos “NUMERO_PISOS”, “TIPO_CONSTRUCCION” y “USO”, así como, la utilización de la herramienta “buffer” con una distancia de 3 Km, con el único propósito de seleccionar aquellas casas que tengan como máximo 2 pisos, sean exclusivamente casas, que se utilicen con fines residenciales y que estén dentro de un radio de 3 Km.

En la Tabla 5, se presenta el número total de predios de cada una de las parroquias, ya aplicado las condiciones previamente establecidos en el apartado anterior.

Tabla 5.

Número de casas de cada parroquia

Parroquia	Número de casas (Población)
Calderón	14288
Belisario Quevedo	18509
Guamaní	18969

En segundo lugar, se determinó el número de casas que deberá representar a la población (muestra representativa) con la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

n = El tamaño de la muestra representativa

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de confianza.

e = Error máximo admisible en términos de proporción.

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada.

Para este presente proyecto, se consideró un nivel de significancia del 90% ($Z=1.65$), un margen de error del 5% y una proporción del 50%.

Con lo expuesto anteriormente, se procedió al cálculo del número de casas de la muestra para las parroquias Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní respectivamente:

$$n = \frac{14288 * 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(14288 - 1) * 0.05^2 + 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)} = 267.18 \approx 267$$

$$n = \frac{18509 * 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(18509 - 1) * 0.05^2 + 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)} = 268.32 \approx 268$$

$$n = \frac{18969 * 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(18969 - 1) * 0.05^2 + 1.65^2 * 0.5 * (1 - 0.5)} = 268.41 \approx 268$$

Es decir, se obtuvo para la parroquia Calderón una muestra de 267 casas, para la parroquia Belisario Quevedo una muestra de 268 casas y para la parroquia de Guamaní una muestra de 268 casas.

3.3. Modelo econométrico

El modelo econométrico que explicará los precios de los bienes inmuebles de las tres zonas de estudio estará conformado por 3 vectores: el vector de atributos o características físicas del inmueble (variable física), el vector de atributos o características de las amenidades (variable social) y el vector de atributos o características ambientales del inmueble (variable ambiental). A continuación, se muestra el modelo econométrico que está determinado por la siguiente ecuación:

$$P_h = f_h(S_h, N_h, \dots, X_h)$$

Donde:

P_h : Es el vector que representa a los precios de los bienes inmuebles.

$$\text{Log}(P_h) = \text{Log}(\text{Precio}_1), \text{Log}(\text{Precio}_2), \text{Log}(\text{Precio}_3), \dots, \text{Log}(\text{Precio}_n)$$

S_h : Es el vector de variable física que está compuesto por la siguiente ecuación:

$$S_h = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Log}(Aconst), \text{Log}(Antigue), \text{Log}(Armazon), \text{Log}(Aterre), \text{Log}(Banos), \text{Log}(Cubierta), \\ \text{Garaje}, \text{Log}(Habit), \text{Jardin}, \text{Log}(Manposter), \text{Log}(Paredes), \text{Log}(Plantas), \text{Terreza} \end{array} \right\}$$

N_h : Es el vector de variable social que está conformado por la siguiente ecuación:

$$N_h = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Log}(Distbasu), \text{Log}(Distdelin), \text{Log}(Disteduc), \text{Log}(Distesprec), \text{Log}(Distmerca), \\ \text{Log}(Distmovi), \text{Log}(Distsalu), \text{Log}(Distupc) \end{array} \right\}$$

X_h : Es el vector de variable ambiental que está compuesto por la siguiente ecuación:

$$X_h = f \{ \text{Log}(PM2.5), \text{Log}(SO2), \text{Log}(CO), \text{Log}(O3), \text{Log}(NOx) \}$$

Por lo tanto al unir las cuatro ecuaciones anteriores en una sola quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Log}(\text{Precio}) = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Log}(Aconst), \text{Log}(Antigue), \text{Log}(Armazon), \text{Log}(Aterre), \text{Log}(Banos), \text{Log}(Cubierta), \\ \text{Garaje}, \text{Log}(Habit), \text{Jardin}, \text{Log}(Manposter), \text{Log}(Paredes), \text{Log}(Plantas), \text{Terreza}, \\ \text{Log}(Distbasu), \text{Log}(Distdelin), \text{Log}(Disteduc), \text{Log}(Distesprec), \text{Log}(Distmerca), \\ \text{Log}(Distmovi), \text{Log}(Distsalu), \text{Log}(Distupc), \text{Log}(PM2.5), \text{Log}(SO2), \\ \text{Log}(CO), \text{Log}(O3), \text{Log}(NOx) \end{array} \right\}$$

Cabe recalcar que en el apartado siguiente se explicará con mayor detalle cada uno de las variables (Física, social y ambiental). Asimismo, se enunciará su descripción, su simbología y como se obtuvo.

3.4.Descripción del levantamiento de información y fuentes

Luego de definir el área de estudio, calcular el número de casas que representa a la población y plantear el modelo econométrico, se procedió a la creación de una base de datos que organice una serie de variables dependiente e independientes, cuyo objetivo es explicar el valor del precio comercial del inmueble a través de los atributos físicos de las viviendas, así como, las características de cercanía o localización de amenidades y atributos ambientales que influenciarán en el precio final del bien. Para ello, se requirió acudir a páginas como:

Buscadores online de inmuebles: Estos sitios web son plataformas virtuales que recopilan propiedades en venta o arriendo que están comercializándose en el mercado a nivel del país. Dichas plataformas muestran una serie de características que van desde la área de construcción, número de habitaciones hasta su localización en el Google Maps. Las páginas web que más se utilizaron fueron properati.com, plusvalía.com, ecuador.vive1.com, casas.trovit.com.

Gobierno Abierto: Es una plataforma open data, que el municipio de Quito implemento para que la ciudadanía tenga un acceso más óptimo y rápido en solicitar cualquier información concerniente a las diferentes índoles que va desde un presupuesto abierto, informes de gestión hasta un sistema de gestión metropolitano. Este último hace referencia o publica información como estadísticas e indicadores, geoportal, metadatos y la que se utilizó en este trabajo de titulación descarga de información geográfica.

Secretaria de Ambiente: Es una página web open data, que creo la alcaldía de Quito cuyo propósito es mostrar proyectos, planes que la alcaldía realiza para los habitantes de la urbe de Quito. Además, cuenta con una Red de monitoreo atmosférico (REMMAQ) que está distribuido a lo largo

de la ciudad y tiene la finalidad de producir datos sobre la concentración de contaminantes que son producidos por las actividades antrópicas de la ciudad. Por consiguiente, dichas páginas web fueron un insumo muy importante para este trabajo y posteriormente se explica cómo fueron utilizadas cada uno de estas fuentes para obtener las diferentes variables físicas, sociales y ambientales.

3.4.1. Variable Física

Este tipo de variable concierne a aquellos atributos o características que están estrechamente asociados a la composición estructural física de una vivienda. Para el inventario de este componente se utilizó los diferentes buscadores online de inmuebles. Es decir, en cada uno de los buscadores, en primer lugar se escogía la zona/barrio de la ciudad, luego, se elegía el tipo propiedad (Casa, departamento, terreno) y el buscador arrojaba resultados con esas condiciones.

Cabe mencionar que dichas páginas web tenían la opción de la geolocalización del inmueble así que una vez escogido la casa se anotaba las coordenadas geográficas. Este proceso se lo llevo a cabo con cada uno de las zonas de estudio y fue realizado en los meses de Marzo, Abril y Mayo del 2019. A continuación en la Tabla 6, se muestran todas las variables físicas que fueron proporcionadas por las plataformas inmobiliarias y su código, descripción y unidad de medida.

Tabla 6.
Descripción de las variables físicas

Nombre	Código	Descripción	Unidad de medida
Precio	precio	Es la cantidad de dólares en la que se vende el bien	Dólares
Área de construcción	aconst	Es la cantidad de m2 de construcción que posee el bien	Metro cuadrado
Área de terreno	aterre	Es la cantidad de m2 de terreno que posee el bien	Metro cuadrado
Número de Baños	banos	Es la cantidad de baños que posee el bien	Adimensional

CONTINÚA 

Número de habitaciones	habit	Es la cantidad de habitaciones que posee el bien	Adimensional
Sala	sala	Es una variable dicotómica que toma el valor de 1 al estar presente y 0 al estar ausente	Adimensional
Terraza	terraza	Es una variable dicotómica que toma el valor de 1 al estar presente y 0 al estar ausente	Adimensional
Área de lavandería	alavad	Es una variable dicotómica que toma el valor de 1 al estar presente y 0 al estar ausente	Adimensional
Número de plantas	plantas	Es la cantidad de pisos que posee el bien	Adimensional
Garaje	garaje	Es una variable dicotómica que toma el valor de 1 al estar presente y 0 al estar ausente	Adimensional
Jardín	jardin	Es una variable dicotómica que toma el valor de 1 al estar presente y 0 al estar ausente	Adimensional
Antigüedad	antigue	Es el número de años que posee el bien	Años

Hay que recalcar, que en la Tabla 6 no está presente la variable material de construcción que describe que material predominante posee la vivienda. Este atributo posee categorías como es el armazón, mampostería, paredes y cubierta. Entonces, debido a que los buscadores online no proveen ese tipo de información, como una solución para este caso, el municipio de Quito cuenta con una base de datos catastrales que detalla este tipo de información. De manera que, se procedió a utilizar dicha base de datos, hay que enfatizar, que esta variable es de tipo cualitativa, de modo que se asignó un valor numérico para cada uno de las categorías presentes. Por otro parte, la integración de esta base de datos con la base de datos creada por los buscadores de inmuebles fue procesada en el ArcGIS 10.2 mediante la herramienta “Intersect”, la misma que une mediante una intersección geoespacial a las dos bases de datos.

A continuación, en la Tabla 7 se muestra las diferentes categorías de la variable material de construcción y su correspondiente asignación numérica para cada uno de ellas.

Tabla 7.
Categorías de la variable material de construcción

Categoría	Subcategoría	Valor numérico
Almacén	Acero/metálico	1
	adobe/tapial	2
	Hormigón armado	3
	Ladrillo/bloque	4
	Madera	5
Mampostería	Adobe/tapial	1
	Ladrillo/bloque	2
	h. a. prefabricado	3
Paredes	Enlucido sin pintura	1
	Enlucido y pintado	2
	Fachaleta/cerámica/espacato	3
	No tiene o mampostería sin enlucir	4
	Texturizados (chafado, grafiado, champeado)	5
	Vidrio (vidrio estructural, curtain wall)	6
	Pintado sobre mampostería/revocado	7
Cubierta	Asbesto cemento	1
	Cerámica/gres/tejuelo	2
	No tiene (solo losa)	3
	Steel panel/teja metálica	4
	Teja asfáltica/lamina asfáltica	5
	Teja común	6
	Teja industrializada / teja plana	7
	Zinc/paja	8

3.4.2. Variable Social

Esta variable hace referencia a la cercanía de las amenidades (áreas verdes, centros educativos, centros de salud, etc.) que estén en cada uno de las casas levantadas en el apartado anterior (variable física). En otras palabras, es una variable de tipo cuantitativa y continua que representa la distancia en metros que existe entre la casa y las amenidades cercanas. Para la recopilación de esta información se recurrió al sitio web open data “Gobierno Abierto” que posee el municipio de Quito. En aquella plataforma web en la parte de descargas de información geográfica, existe un repertorio de shapes, que en este caso se convertirían en las distintas variables sociales, en las que cada una de ellas representan una información geolocalizada y compatible con el ArcGIS 10.2 (Ver Tabla 8).

Así pues, se procedió a cargar los shapes en el programa ArcGIS 10.2 junto con la información inmobiliaria oportunamente georreferenciada con el propósito de obtener la distancia en metros comprendida entre el bien inmueble y los diferentes shapes. Para esto, se utilizó una herramienta denominada “Point Distance”. Cabe recalcar que aquella distancia era la mínima que existía entre los dos puntos (Casa-shape). A continuación, en la Tabla 8 se muestra todas las variables sociales que fueron proveídas por el sitio web junto con su código y descripción.

Tabla 8.
Descripción de las variables sociales

Nombre	Código	Descripción
Unidades de Policía Comunitaria	distupc	Distancia en metros entre el inmueble y las unidades de policía comunitaria
Centros de salud	distsalu	Distancia en metros entre el inmueble y los centros de salud
Centros educativos	disteduc	Distancia en metros entre el inmueble y los centros educativos
Movilidad**	distmovi	Distancia en metros entre el inmueble y las paradas y estacionamientos del transporte urbano

Mercados/ferias	distmerca	Distancia en metros entre el inmueble y los mercados/ferias
Limpieza	distbasu	Distancia en metros entre el inmueble y los contenedores de basura y puntos de hidrolavado
Espacios recreacionales	distesprecr	Distancia en metros entre el inmueble y piletas, parques, monumentos y espacios deportivos
Delincuencia	distdelin	Distancia en metros entre el inmueble y puntos con presencia de robo de personas, autos y domicilios.

En síntesis, se calcularon las múltiples distancias para cada uno de las variables expuestas en la Tabla 8 y se procedió a la unificación a la base de datos de inmuebles mediante la herramienta “Join” que dispone el ArcGIS 10.2. Este proceso se le repitió para cada uno de las zonas de estudio (Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní).

3.4.3. Variable Ambiental

Esta variable representa las mediciones por parte de la Red de monitoreo atmosférico (REMMAQ) perteneciente al DMQ. Es decir, son valores de concentración de ciertos contaminantes como NO_x, SO₂, CO, O₃ y PM_{2.5}, que son monitoreados por aparatos especiales. Para poder obtener el inventario de todas las concentraciones de los contaminantes se acudió a la página web “Secretaría de Ambiente” que tiene la alcaldía de Quito.

En este sitio web en la parte de datos horarios históricos, existe un compendio de los diferentes gases contaminantes además de variables de índole meteorológico. Una vez ahí, se procedió a descargar la información de cada contaminante y el formato de entrega por parte de la plataforma web fue en Excel. Acto seguido, se depuró la base de datos y se calculó el promedio anual para el año 2017 ya que los datos eran tomados diariamente (Ver Tabla 9). Finalmente, se procedió a la integración de la base de datos obtenida en los apartados anteriores (variable física y social), mediante la herramienta “Join” que dispone el ArcGIS 10.2.

A continuación, en la Tabla 9 se muestra las concentraciones anuales de cada uno de los contaminantes pertenecientes a las diferentes zonas de estudio.

Tabla 9.

Concentraciones anuales del 2017 para cada uno de los contaminantes

Año 2017					
	NO _x (<i>ug/m³</i>)	SO ₂ (<i>ug/m³</i>)	PM _{2.5} (<i>ug/m³</i>)	O ₃ (<i>ug/m³</i>)	CO (<i>mg/m³</i>)
Calderón	23,74	2,30	19,30	25,03	0,56
Belisario Quevedo	23,38	2,82	15,92	19,47	0,63
Guamaní	22,37	1,96	18,93	28,05	0,66

3.5.Procedimiento Estadístico y Econométrico

3.5.1. Depuración de la base de datos

Luego de recopilar la respectiva información de las variables físicas, sociales y ambientales de cada uno de las parroquias de estudio, se procedió a un estricto análisis y validación de la base de datos con el propósito de eliminar aquellos datos atípicos y poseer datos homogéneos e íntegros que pudieran afectar significativamente los resultados posteriores. Resultado de este proceso se eliminó 127 casas entre duplicados, y datos atípicos.

3.5.2. Estadística descriptiva de las variables

A partir de ahí, la información depurada pasó por una análisis descriptivo obteniendo las principales medidas de tendencial central, así como, histogramas de frecuencia y diagramas circulares con la finalidad de entender de manera más práctica la información levantada.

3.5.3. Aplicación del modelo econométrico

A partir de la interacción de las tres bases de datos filtrada, se procedió a correr una regresión econométrica con el método de los precios hedónicos de la forma (Log-Log) por cada contaminante, con el objetivo de explicar la relación funcional entre el precio del bien inmueble y

sus respectivas variables explicativas (físicas, sociales y ambientales). Acto seguido, se escogió a todas las variables que sean estadísticamente significativas y que expliquen a la variable dependiente de manera lógica y correcta.

3.5.4. Análisis estadístico del modelo hedónico significativo

Una vez obtenido el modelo hedónico con las variables significativas, se pasó por un proceso de validación en el que se aplicó algunos test estadísticos al modelo para poder detectar posibles problemas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y/o auto correlación. Así, se comprobaría la estabilidad de los coeficientes y la capacidad predictiva del modelo. A continuación, se expondrá como se puede solucionar estos problemas.

3.5.4.1. Multicolinealidad

Según (Gujarati & Porter, 2010), tratan este problema de multicolinealidad y hacen referencia que esto sucede cuando existe una combinación lineal entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión. Los autores recomiendan varias medidas para identificar y corregir este problema. Una de las medidas que generalmente utilizan para identificar este problema, es acudir a la matriz de correlación entre las variables explicativas del modelo.

Ellos, explican que para que no exista multicolinealidad los valores en la matriz de correlación deben encontrarse en un rango menor o igual a 0.8 (Ver Tabla 17). Paralelamente, otra medida identificadora es mediante el indicador del factor de inflación de la varianza (VIF por sus siglas en ingles). Según (Gujarati & Porter, 2010), para este indicador mencionan una regla práctica en la que, si algunas de las variables independientes es superior a 10, se dice que es una variable muy colineal (Ver Tabla 18).

3.5.4.2. Heteroscedasticidad

Según (Gujarati & Porter, 2010), menciona que la heteroscedasticidad ocurre cuando la varianza condicional de Y_i aumenta a medida que lo hace X , por lo tanto, no permanecería constante. De igual forma, los autores plantean medidas para identificar y contrarrestar este problema. Entre las medidas formales que generalmente se utiliza para identificar el problema son los test de Breusch-Pagan-Goldfrey y White. Estas pruebas son fáciles y rápidas de aplicar, debido a que hoy en día existen programas como el EViews 10 que nos ahorran un extenso procedimiento manual y se entrega resultados de forma oportuna y verás (Ver Tablas 19 y 20).

Los autores mencionan que si la probabilidad de Chi cuadrado para cada uno de las pruebas mencionadas anteriormente está en el rango mayor de 0,05 se puede concluir que se acepta la hipótesis nula de que existe homoscedasticidad en el modelo y se rechaza la hipótesis alternativa de que existe heteroscedasticidad (Gujarati & Porter, 2010)

3.6.Limitaciones al implementar la metodología

- Se propuso inicialmente una radio de alcance de 3 Km para delimitar la población de cada una de las zonas de estudio y así encontrar el número de casas a muestrear, sin embargo, al instante de levantar la información de los inmuebles se tuvo que superar ese límite de ± 300 m, con el propósito de considerar más inmuebles para aproximarse más al número que señala muestra.
- En cuanto a los buscadores online de inmuebles hubo ciertas limitaciones como: algunos anuncios de casas, los dueños subían información incompleta o a veces incoherente que dificultaba llenar los diferentes campos. Por otro parte, algunas viviendas no contaban con

su geolocalización, otras subían una sola foto del inmueble haciendo embarazosa la corroboración entre foto e información publicada por la página web.

- Al momento de hacer el inventario de los inmuebles para cada una de la zonas de estudio. La oferta de viviendas por parte de las inmobiliarias de la ciudad hubo más compraventa de casas en la parte norte y centro-norte que al sur. Esto es debido en cierta manera que la parroquia Calderón es considerada como la nueva urbe satélite del DMQ ocasionando nuevos proyectos inmobiliarios, mientras que, la parroquia Belisario Quevedo desde hace tiempo ha sido una zona residencial y para la parroquia Guamaní se topó que hubo mucha cantidad de casas renteras.

En suma, estas limitaciones ocasionó que no se llegara a obtener la totalidad de la muestra ideal calculada en el apartado correspondiente, pero si un valor cercano al 68% de la muestra representativa. Por lo tanto, al descartar dichas viviendas con los inconvenientes presentados se garantiza una base de datos homogénea e integra.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Estadística descriptiva de las variables

Luego de hacer una depuración exhaustiva de la base de datos levantada en el apartado anterior junto con las limitaciones que se presentaron a lo largo de este trabajo de titulación, se obtuvo entre las tres zonas de estudio un total de 540 casas. En esta sección se hará un análisis estadístico para saber cómo está estructurada la muestra (medidas de tendencia central) y poder interpretar de mejor manera en los apartados siguientes.

A continuación, se mostrarán una serie de histogramas y diagramas circulares que representarán los diferentes valores para cada uno de las variables explicativas y dependiente. Hay que tomar en cuenta que dichas gráficas tendrán la simbología siguiente: para cada variable se le antepondrá la letra inicial de la parroquia a la que pertenece (*Calderón*, *Belisario Quevedo* y *Guamaní*)

4.1.1. Variable Física

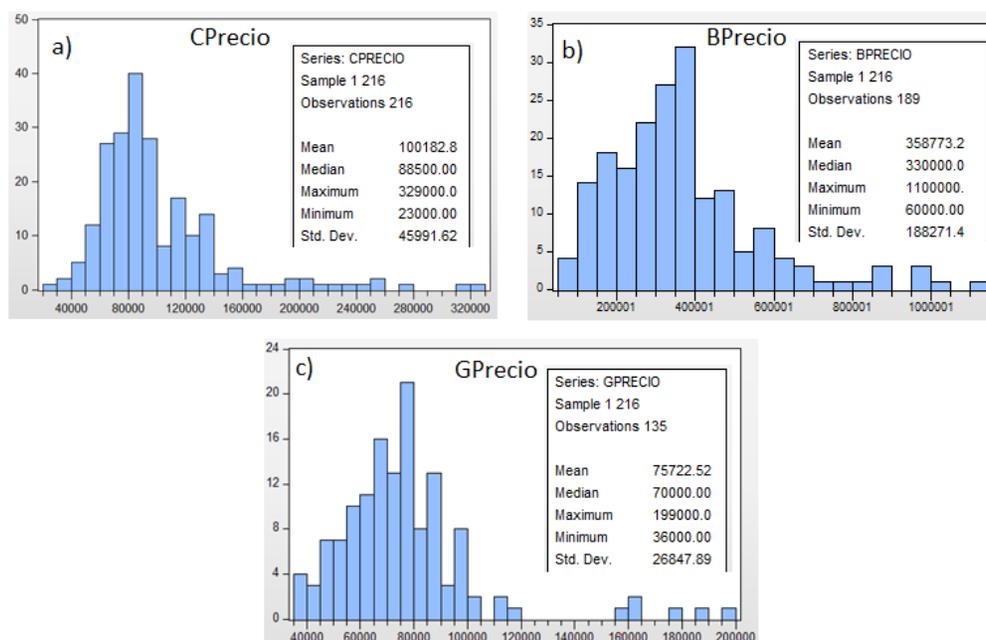


Figura 5. Histogramas de la variable dependiente Precio

Para la Figura 5, se muestra el precio que tiene un inmueble. De ahí que para el diagrama (a) la casa representativa está comprendida entre 60 000 a 100 000 dólares, mientras que, para la gráfica (b) oscila entre 350 000 a 400 000 dólares y para el diagrama (c) fluctúa entre 75 000 a 80 000 dólares. Es decir, en Belisario Quevedo se tiene los mayores precios, seguido de Calderón y finalmente Guamaní.

La gran diferencia que existe entre precios entre Belisario Quevedo y Calderón junto con Guamaní se explica porque la primera zona cuenta con los principales equipamientos educacionales, recreativos (parques), financieros y de transporte público de la urbe quiteña.

Por otro parte, en la Figura 6 representa el área de construcción que posee una vivienda. Ahora bien para el gráfico (a), se puede apreciar que la superficie construida oscila entre 100 a 125 m^2 , mientras que para el diagrama (b) fluctúa entre 250 a 325 m^2 y para el gráfico (c) varía entre 75 a

125 m^2 . En otras palabras, para la zona de Belisario Quevedo las casas poseen un metraje de construcción más alto que las demás zonas corroborando precios más altos que de las demás parroquias. Mientras que, Carapungo y Guamaní tiene una cantidad similar de área constructiva.

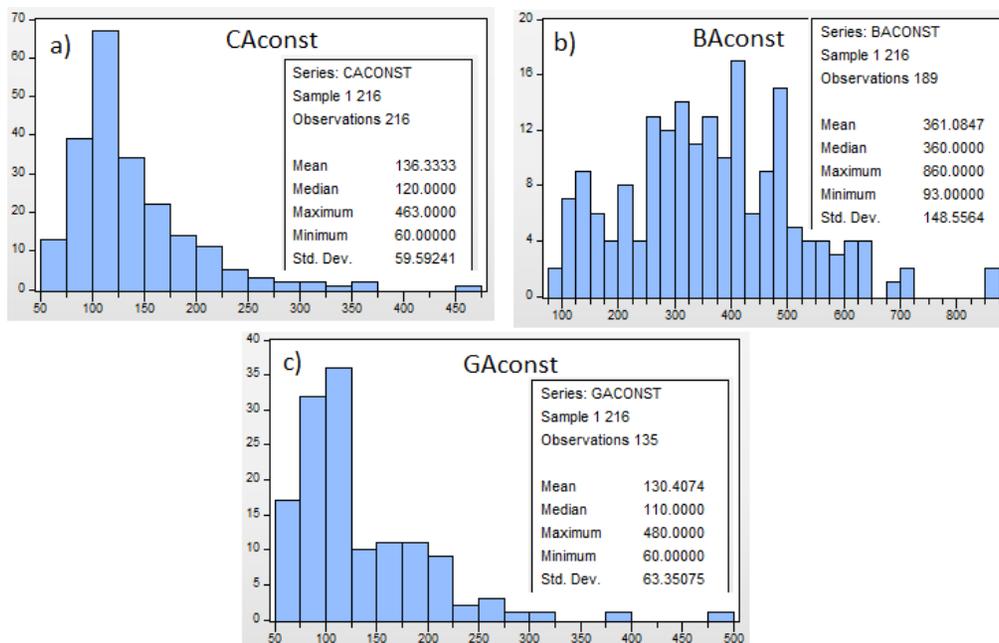


Figura 6. Histograma de la variable explicativa área de construcción

De igual modo, para la Figura 7 se presenta el área del terreno que junto al inmueble se está comercializando. Entonces, para el diagrama (a) el metraje del terreno típico está comprendido entre 100 a 125 m^2 , mientras que para el gráfico (b) fluctúa entre 350 a 450 m^2 y para el diagrama (c) oscila entre 50 a 100 m^2 . De la misma manera, se puede apreciar que para Belisario Quevedo se tiene terrenos más grandes que el resto de sectores, mientras que para Calderón y Guamaní poseen un parecido espacio de terreno.

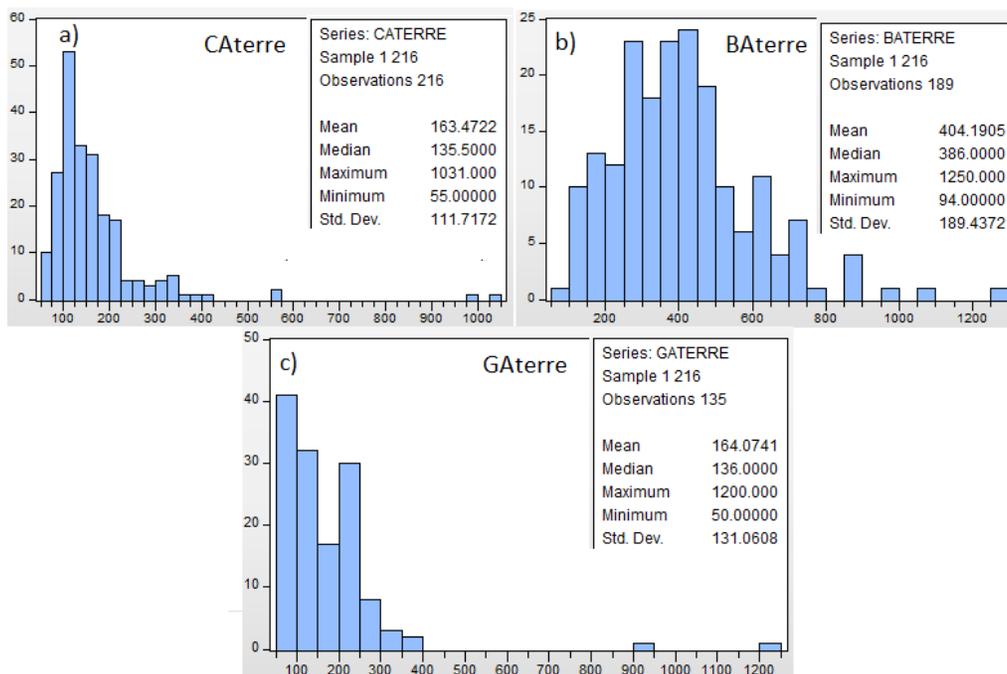


Figura 7. Histograma de la variable explicativa área del terreno

Asimismo, en la Figura 8 se muestra el número de baños presentes en el inmueble. De ahí que, en el diagrama (a) el número de baños representativo es 3, mientras que, para el gráfico (b) es 4 baños y para el diagrama (c) es 2 baños. Hay que recalcar que para Belisario Quevedo el número mínimo de baños es 2 mientras que para las demás zonas son de un baño. O sea, Belisario Quevedo cuenta con más baños que el resto de sectores.

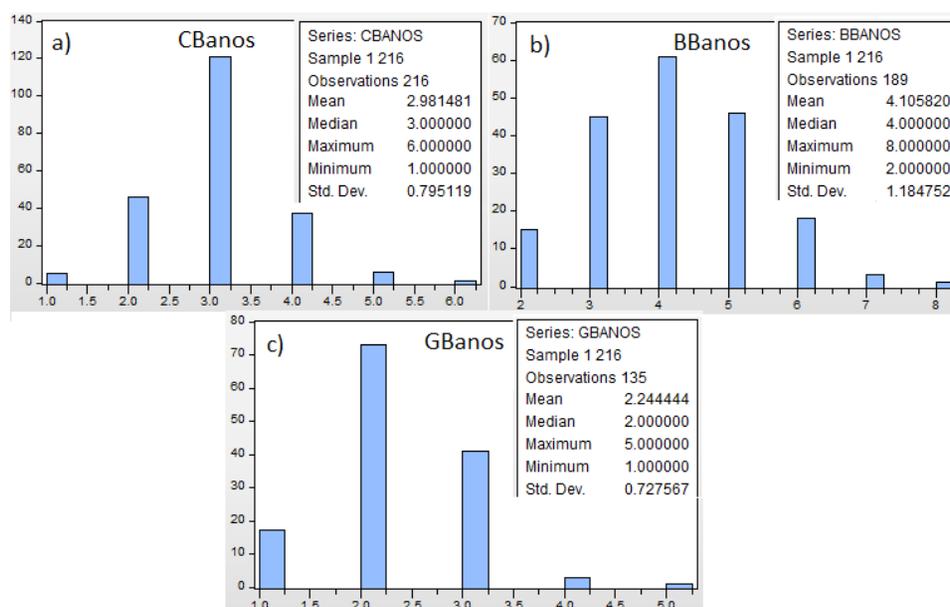


Figura 8. Histograma de la variable explicativa número de baños

De igual manera, en la Figura 9 se muestra el número de habitaciones de una vivienda. Así que, para el gráfico (a) el valor representativo es de 3 habitaciones, mientras que, para el diagrama (b) es de 4 habitaciones y para el gráfico (c) es de 3 habitaciones. Hay que enfatizar que el número mínimo de habitaciones para Belisario Quevedo es de 3, mientras que, para las demás zonas es de 2 habitaciones. Es decir, Belisario Quevedo tiene más habitaciones que el resto de zonas.

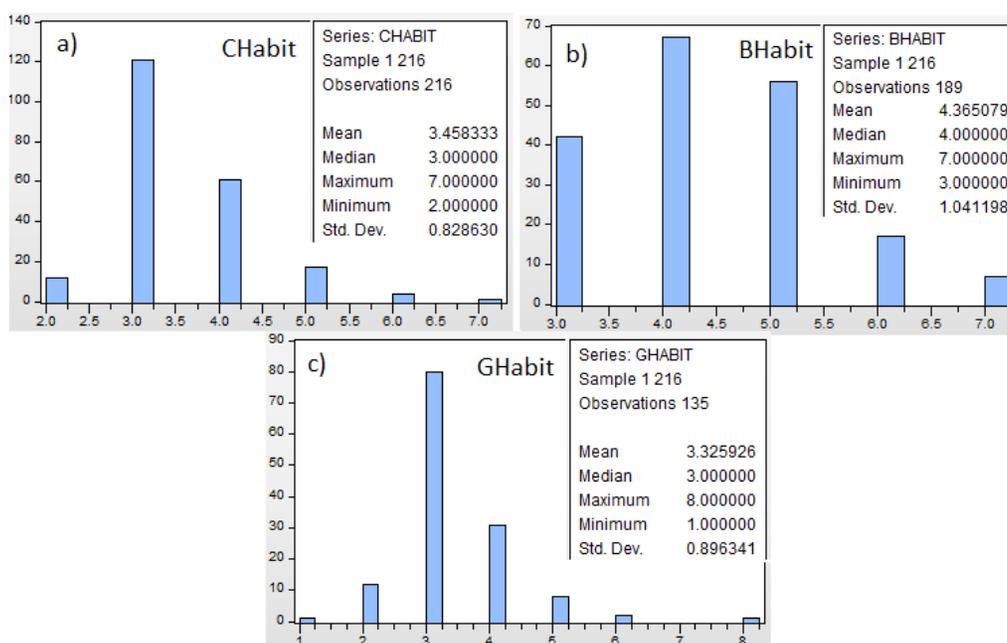


Figura 9. Histograma de la variable explicativa número de habitaciones

Por otra parte, para la Figura 10 se visualiza un diagrama circular que representa la presencia (SI) o ausencia (NO) de la terraza en un inmueble. Tanto para el gráfico (a) como (b) se puede apreciar que el 57% si posee una terraza y el 43% no la posee. No obstante, para el gráfico (c) el 64% si posee terraza y el 36% no. En otras palabras, para las tres zonas de estudio la mayoría de viviendas cuentan con una terraza, sin embargo, en la parroquia Guamaní se puede evidenciar aún más esta variable.

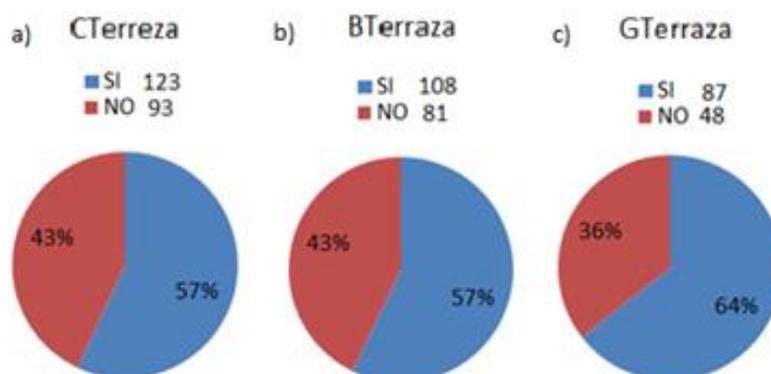


Figura 10. Diagrama circular de la variable explicativa terraza

De igual modo, para la Figura 11 se muestra el número de plantas o pisos que tiene una unidad habitacional. Al observar el diagrama se aprecia que para las tres zonas el número de pisos que en su mayoría está presente es de 2 plantas con un 62% en promedio, seguido de las de 3 plantas con un 31% en promedio. Sin embargo, para la parroquia Guamaní este no es el caso, el segundo número de pisos más representativo es el de una sola planta con un 38%.

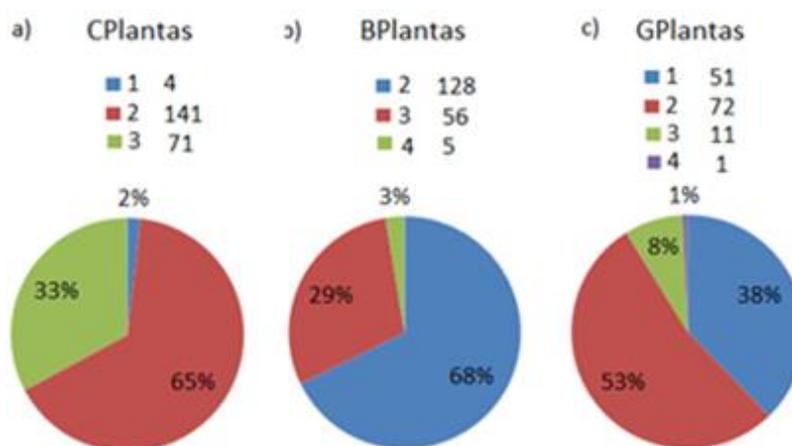


Figura 11. Diagrama circular de la variable explicativa número de plantas

Igualmente, en la Figura 12 se visualiza la presencia (SI) o ausencia (NO) del garaje en una casa. Se puede apreciar que casi en su totalidad las viviendas poseen garaje con un 93% en promedio. Hay que mencionar que para la parroquia Belisario Quevedo alcanza un 100% esta variable. Esto se debe a que esta zona posee un poder adquisitivo mucho mayor en comparación a las demás zonas, dándole muchas facilidades desde comprar una casa con garaje hasta comprar múltiples carros.

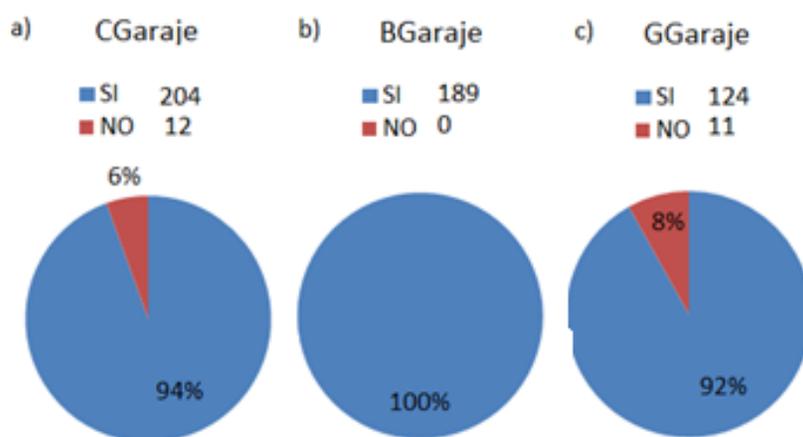


Figura 12. Diagrama circular de la variable explicativa garaje

En la Figura 13, se muestra la presencia (SI) o ausencia (NO) de un jardín en una vivienda. Se puede observar que para Calderón y Belisario Quevedo el 70% en promedio si posee un jardín en su casa. Ahora bien, para Guamaní el caso es totalmente distinto ya que en un 56% de las unidades habitacionales no cuentan con un jardín. La explicación para este caso es la diferencia entre el norte y el sur de la urbe. En la ciudad en la parte centro-norte de Quito dado que la gente posee un nivel más alto en su economía se tiene el interés de un espacio que representa a la naturaleza.

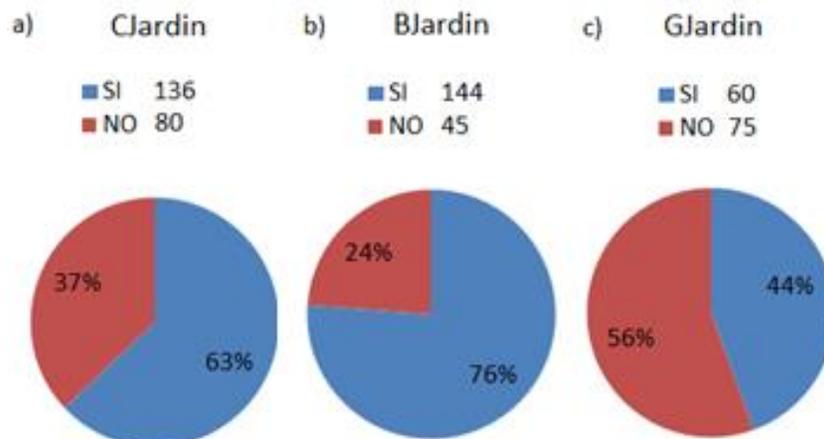


Figura 13. Diagrama circular de la variable explicativa jardín

Así mismo, para la Figura 14 se visualiza la cantidad de años que posee una vivienda. Por lo tanto, para el diagrama (a) se puede ver que en mayor número son casas nuevas de un año o menos desde su construcción representando aproximadamente un 30% de las compraventas en Calderón. Esto se explica que en los últimos años ha habido una creciente densidad poblacional, además de nuevos servicios de transporte público lo que ha motivado al sector de la construcción desarrollar proyectos inmobiliarios en dicha zona. Paralelamente, para el gráfico (c) se tiene una similar situación debido a que en un 31% de las viviendas que se están comercializando en Guamaní poseen un año o menos desde su construcción.

La parroquia Guamaní en los últimos años su densidad poblacional ha ido en incremento esto puede ser una explicación del porqué hay más casas nuevas que viejas. Por el contrario, para el gráfico (b) el panorama es totalmente distinto debido a que la cantidad de años representativo son de 16 años, 26 años y 31 años por lo que se trata de casas que tienen ya su longevidad alta. Esto se explica debido a que Belisario Quevedo ha sido una de las primeras urbes en ser formadas cuando se estuvo poblando la ciudad de Quito.

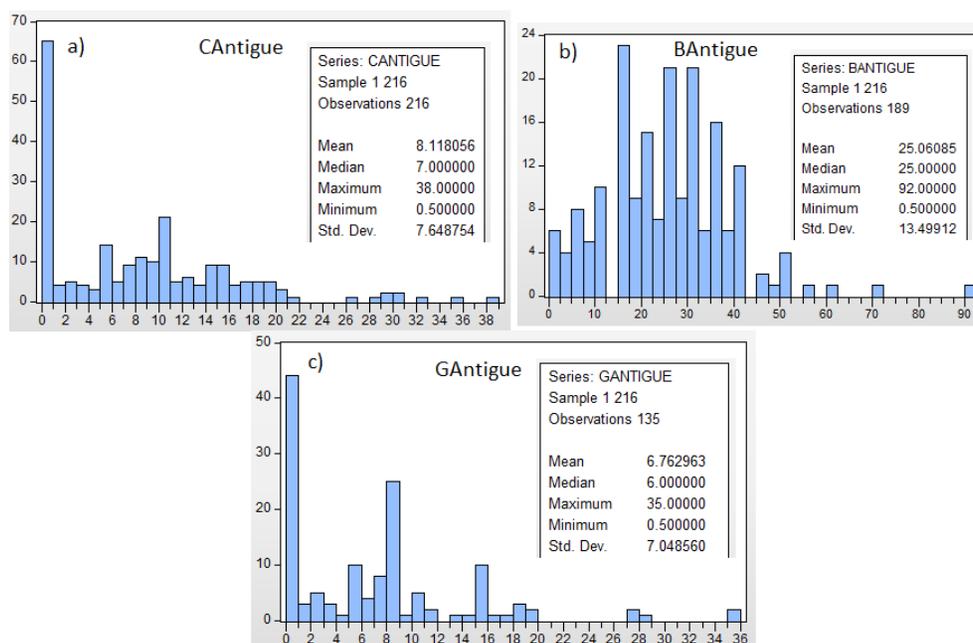


Figura 14. Histograma de la variable explicativa antigüedad

Por otro parte, en la Figura 15 se muestra un diagrama circular del material de construcción que está hecho el armazón de una vivienda. Hay que mencionar que en un apartado anterior se explicó cada uno de los números que material de construcción representaba. Así pues para las tres zonas de estudio el material predominante con un 91% en promedio es de hormigón armado seguido del ladrillo y bloque con un 5%.

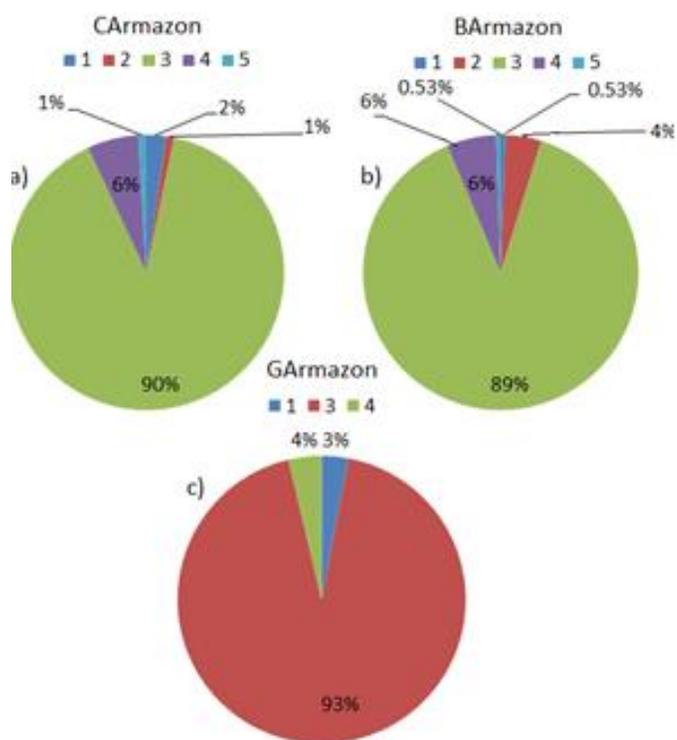


Figura 15. Diagrama circular de la variable explicativa armazón

De la misma manera, para la Figura 16 se representa el material de construcción de la mampostería de una unidad habitacional. Ahora bien, para las tres parroquias de estudio se tiene que el material principal con un 96% en promedio esta hecho de ladrillo y bloque seguido del hormigón armado prefabricado en un 2%.

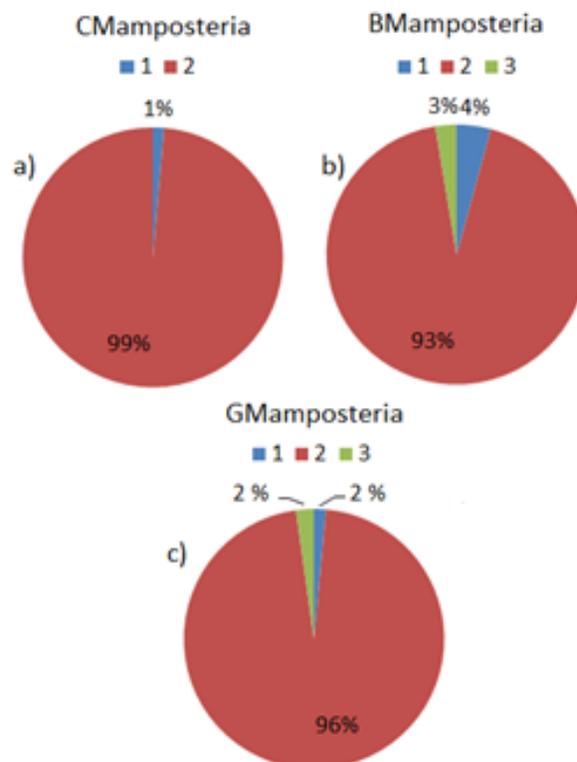


Figura 16. Diagrama circular de la variable explicativa Mampostería

Para la Figura 17, se visualiza el material de construcción de las paredes de una casa. Para las tres zonas el material característico fue el enlucido y pintado con un 66% en promedio, seguido del texturizado (chafado, grafiado, champeado) con un 23%, seguido con la fachaleta/cerámica/espacato con un 5% y con un 4% mampostería sin enlucir o no tiene.

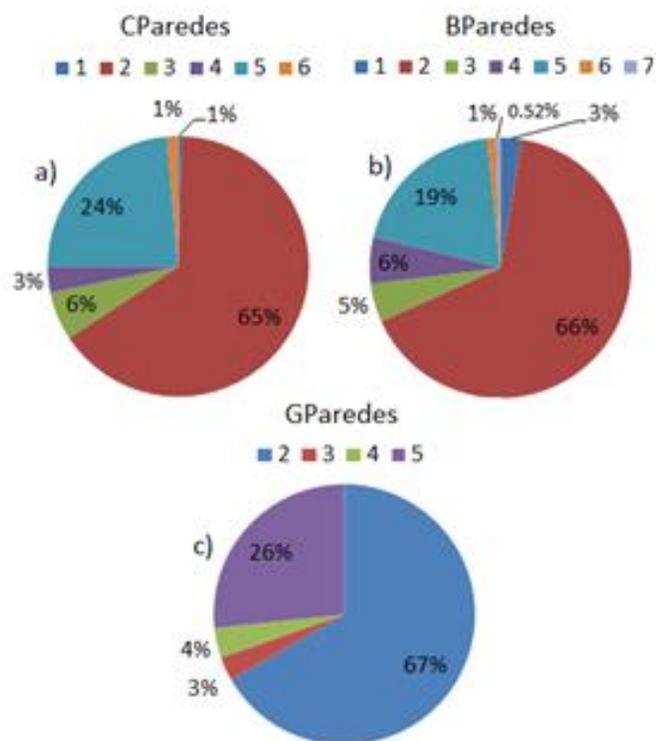


Figura 17. Diagrama circular de la variable explicativa paredes

Asimismo, en la Figura 18 se visualiza el material de construcción de la cubierta en un inmueble. Para los tres sectores de estudio el material típico de que esta hecho la cubierta fue de solo losa con un 74% en promedio, seguido del asbesto cemento con un 12% en promedio y con un 6% de teja común.

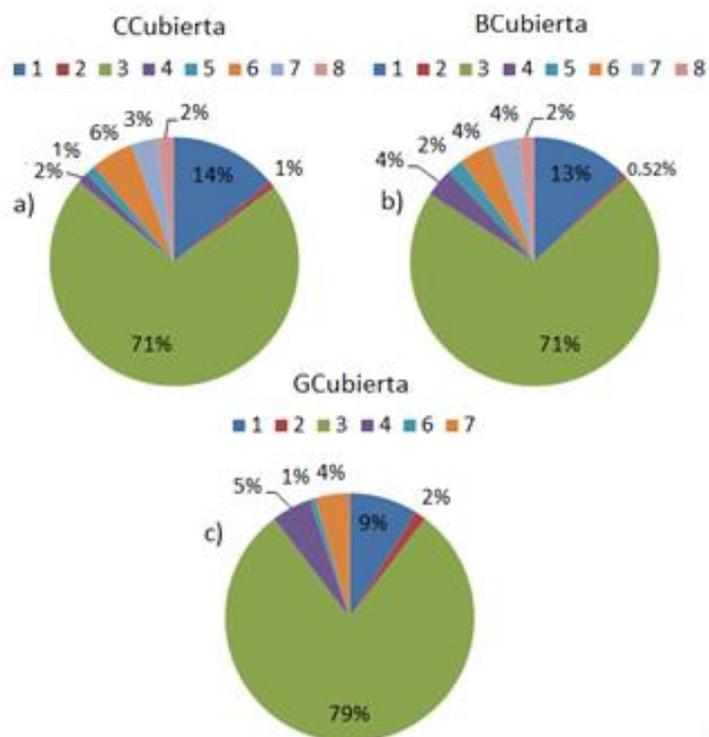


Figura 18. Diagrama circular de la variable explicativa cubierta

Hay que mencionar que tanto la sala como el área de lavandería que tiene una vivienda, al momento de levantar la información, hubo la particularidad de que para las tres zonas de estudio las casas contaban con este atributo en un 100%. Esto se explica ya que estos atributos son indispensables en un inmueble así como el poseer un baño o habitación y no podría haber vivienda sin estos elementos. De aquí que, tanto la sala como el área de lavandería para este trabajo de titulación se lo definió como aquel espacio en donde se puede descansar o ubicar muebles así como un espacio donde se pueda lavar y colgar la ropa respectivamente.

4.1.2. Variable Social

Para la Figura 19, se presenta la distancia mínima que comprende desde una casa a los centros educativos. Así pues, para el diagrama (a) la distancia característica está comprendida entre 350 a 550 m, mientras que, para el gráfico (b) oscila entre 250 a 400 m y para el diagrama (c) fluctúa entre 600 a 650 m. Es decir, Belisario Quevedo cuenta con más centros educativos cercanos a las viviendas que el resto de parroquias.

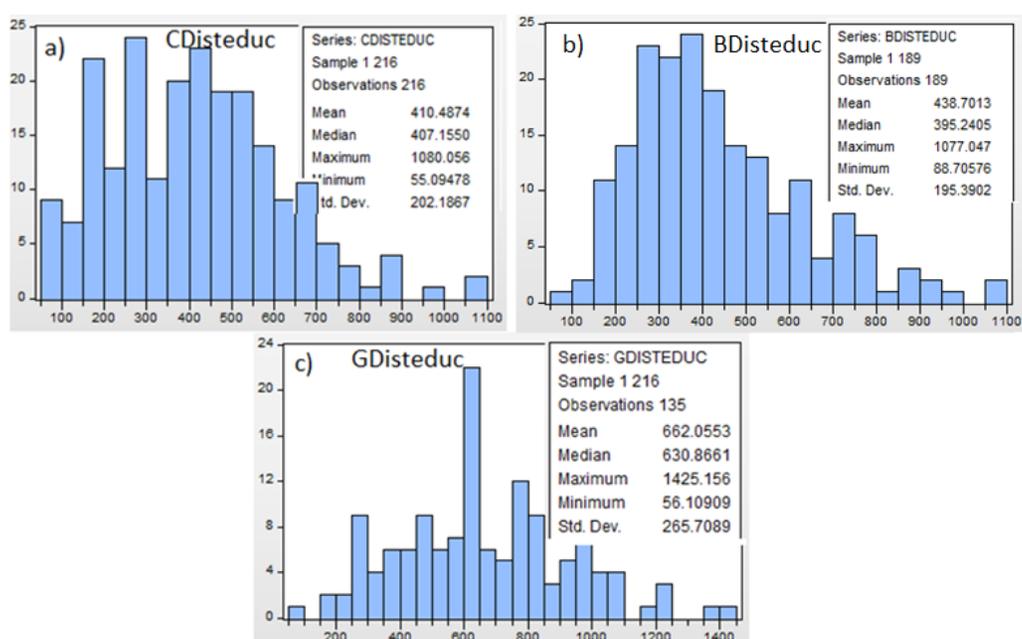


Figura 19. Histograma de la variable explicativa distancia a centros educativos

De modo similar, para la Figura 20 se muestra la distancia mínima alcanzada entre una unidad habitacional y los centros de salud. De ahí que, para el diagrama (a) se tiene que la distancia típica oscila entre 900 a 1050 m, mientras que, para el gráfico (b) está comprendida entre 650 a 750 m y para el diagrama (c) varía entre 900 a 1050 m. En otras palabras, nuevamente Belisario Quevedo posee muchos centros de salud más cercanos a los inmuebles que el resto de los sectores de estudio.

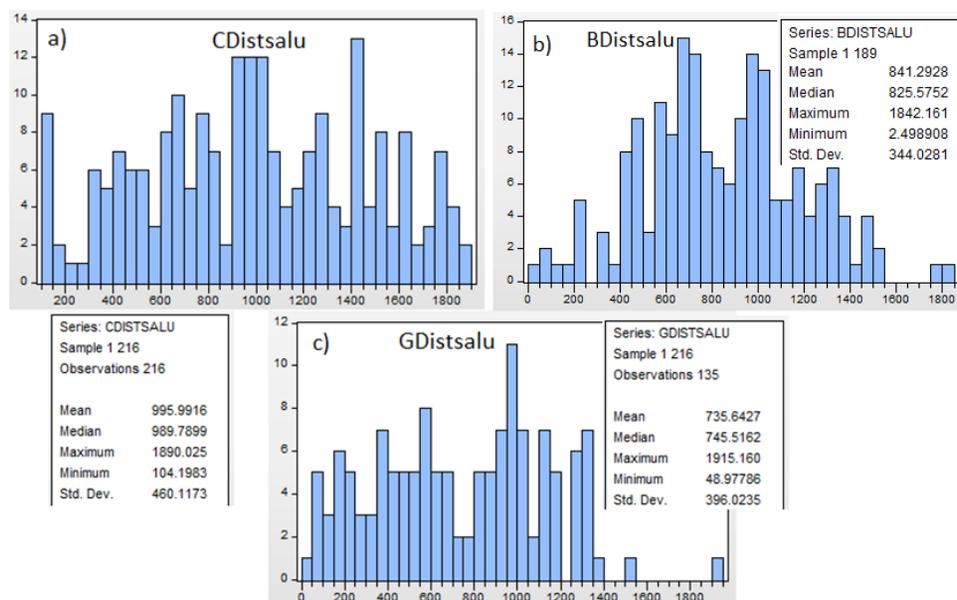


Figura 20. Histograma de la variable explicativa distancia a centros de salud

Igualmente, en la Figura 21 se hace referencia a la distancia mínima que existe entre una vivienda y las unidades de policía comunitaria. Entonces, para el gráfico (a) la distancia representativa varía entre 450 a 600 m, mientras que, para el diagrama (b) fluctúa entre 350 a 600 m y para el gráfico (c) oscila entre 200 a 400 m. O sea, para la parroquia Guamaní posee más unidades de policía comunitaria próximas a las viviendas que las demás parroquias.

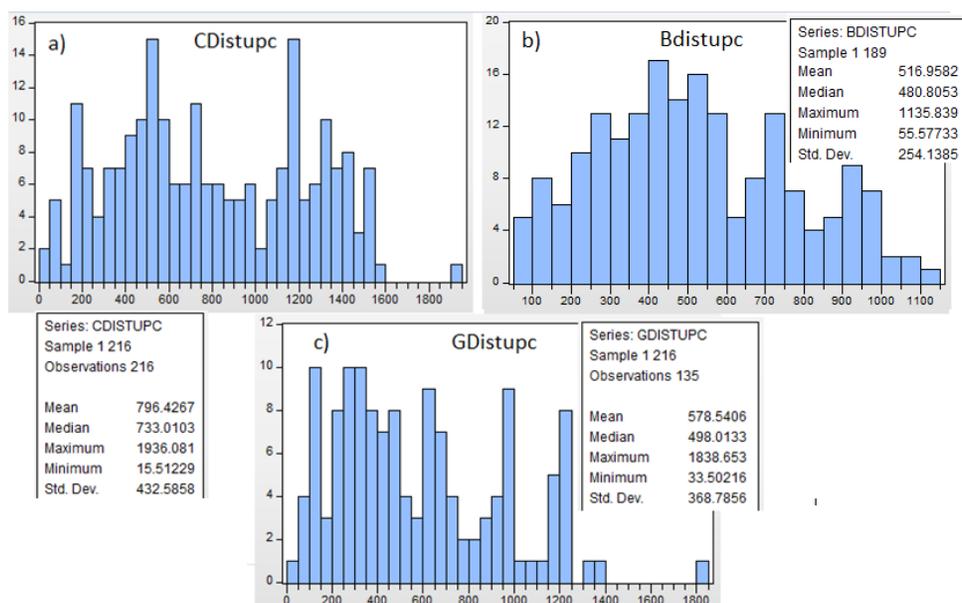


Figura 21. Histograma de la variable explicativa distancia a Unidades Comunitarias de Policía

Asimismo, para la Figura 22 se muestra la distancia mínima que consta desde el inmueble hasta los focos delincuenciales. De manera que, para el gráfico (a) la distancia distintiva está comprendida entre 1200 a 1400 m, mientras que, para el diagrama (b) fluctúa entre 600 a 700 m y para el gráfico (c) oscila entre 550 a 650 m. En otras palabras, la zona de Guamaní tiene más focos delincuenciales cercanos a los inmuebles que las demás zonas de estudio. De ahí que, corrobora que Guamaní cuente con más UPCs que los demás sectores por tener mayor presencia de delincuencia.

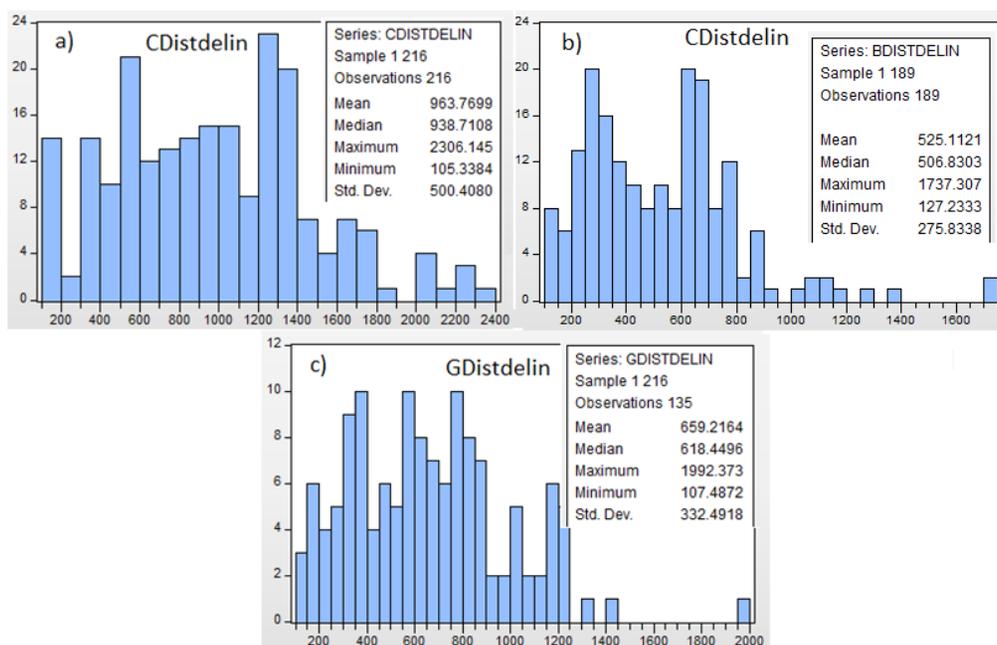


Figura 22. Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de delincuencia

Igualmente, en la Figura 23 se representa la distancia mínima que existe entre un inmueble y los espacios recreacionales (parques, centros deportivos, etc.). De ahí que, para el diagrama (a) la distancia representativa esta entre 500 a 600 m, mientras que, para el gráfico (b) oscila entre 200 a 300 m y para el diagrama (c) varía entre 300 a 450 m. Es decir, para el sector Belisario Quevedo cuenta con más presencia de espacios recreacionales que el resto de sectores.

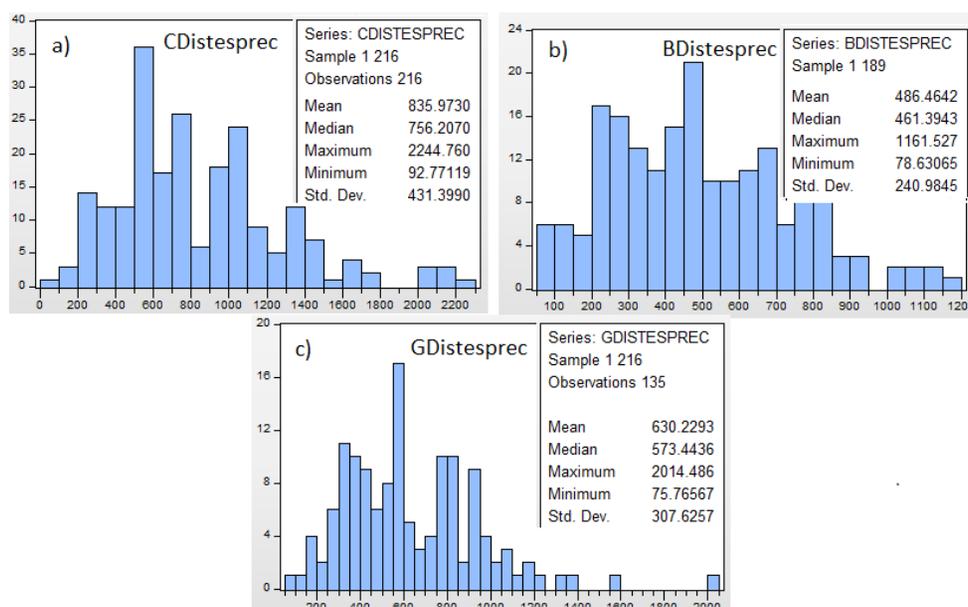


Figura 23. Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de espacios recreacionales

Para la Figura 23, se muestra la distancia mínima que consta desde una casa hasta los sitios de recolección de basura. De manera que, para el gráfico (a) la distancia característica oscila entre 800 a 900 m, mientras que, para el diagrama (b) varía entre 300 a 400 m y para el gráfico (c) está entre 1000 a 1100 m. O sea, para Belisario Quevedo existen más puntos de limpieza de basura próximos a la vivienda que las demás parroquias.

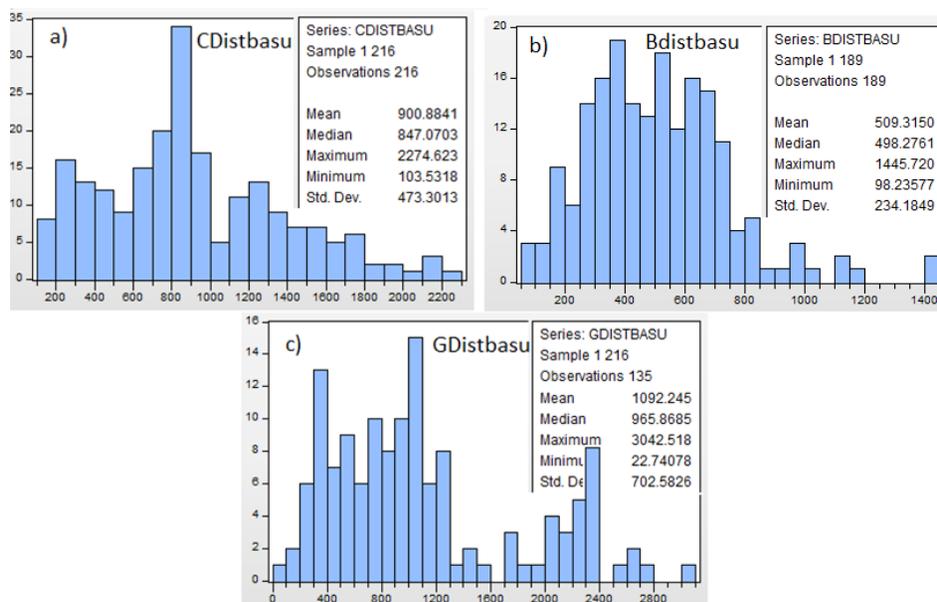


Figura 24. Histograma de la variable explicativa distancia a sitios de limpieza de basura

Paralelamente, para la Figura 25 se visualiza la distancia mínima comprendida entre una unidad habitacional y los mercados mayoristas. Entonces, para el diagrama (a) la distancia distintiva esta entre 600 a 800 m, mientras que, la gráfica (b) varía entre 1200 a 1400 m y para el diagrama (c) oscila entre 700 a 900 m. En otras palabras, la zona de Calderón posee más mercados mayoristas cercanos a los inmuebles que el resto de las zonas.

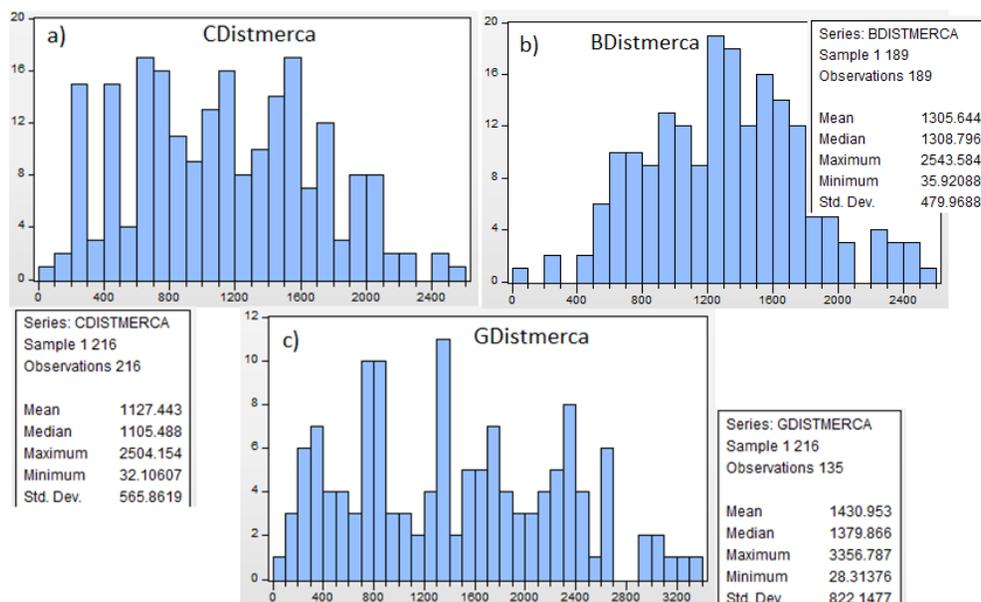


Figura 25. Histograma de la variable explicativa distancia a mercados mayoristas

Y finalmente para la Figura 26, se presenta la distancia mínima entre una casa y las paradas del transporte público. Por lo tanto, para el diagrama (a) la distancia típica varía entre 900 a 1050 m, mientras que, para el gráfico (b) está entre 450 a 500 m y para el diagrama (c) oscila entre 450 a 550 m. Es decir, tanto para Belisario Quevedo como Guamaní cuentan con más paradas de transporte público que el sector de Calderón.

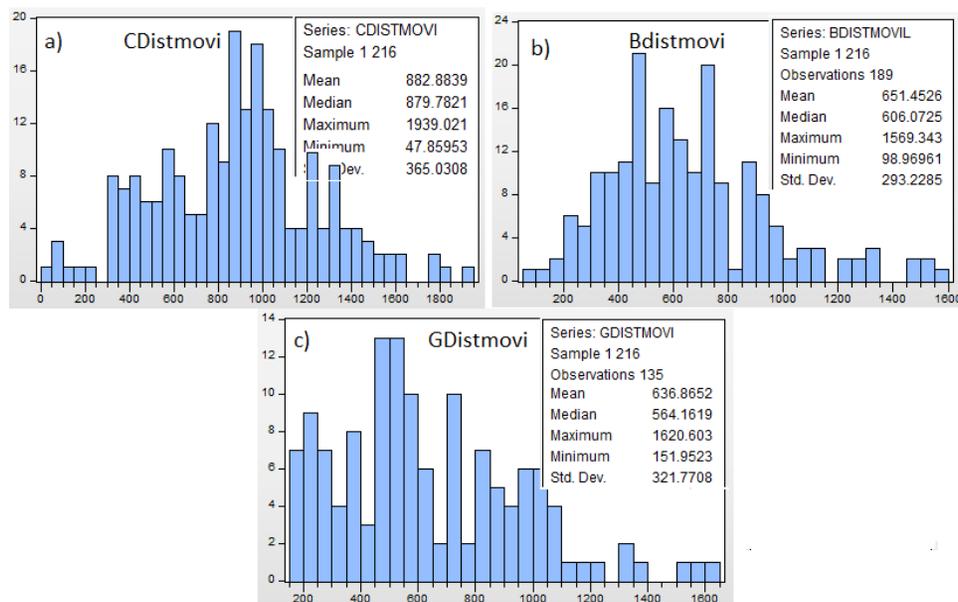


Figura 26. Histograma de la variable explicativa distancia a paradas de transporte público

4.1.3. Variable ambiental

Para la Figura 27 se muestra los diferentes gases contaminantes que fueron obtenidos por la REMMAQ. Pues bien, se puede visualizar que para cada uno de los contaminantes excepto para PM2.5 las mediciones de cada zona de estudio son muy similares diferenciándose máximo en una unidad. No obstante, para PM2.5 sus valores cuentan con una diferencia palpable, ya que para la parroquia de Calderón su PM2.5 es igual a $19.3059 \text{ ug}/\text{m}^3$, mientras que, para Belisario Quevedo es igual a $15.91935 \text{ ug}/\text{m}^3$ y para Guamaní igual $18.9279 \text{ ug}/\text{m}^3$. Es decir, para las zonas de Calderón y Guamaní están más contaminadas que para la zona de Belisario Quevedo.

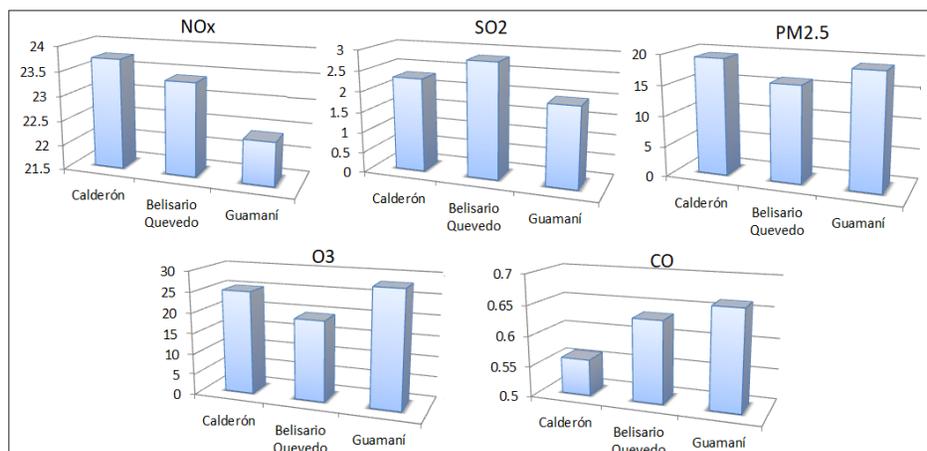


Figura 27. Histograma de la variable ambiental con sus diferentes gases contaminantes

4.2. Análisis situacional de la contaminación del aire en las parroquias Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní

La contaminación atmosférica es un problema ambiental que ocasiona efectos nocivos sobre la salud humana y está presente en todo el mundo sin distinción de naciones desarrolladas o subdesarrolladas (Romero, Olite, & Álvarez, 2006). Sin duda, esta realidad mundial no es nada ajena al Ecuador y peor aún para el Distrito Metropolitano de Quito, ya que al ser la capital del país y una de las urbes que en los últimos años ha incrementado tanto su población, parque automotor como industrias, está expuesto a innumerables problemas sociales y medioambientales. Frente a esta delicada situación el DMQ crea una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, que está compuesta por 9 estaciones (Carapungo, Cotocollao, Jipijapa, Belisario, El Camal, Centro, Guamaní, Tumbaco y Los Chillos) que están monitoreando constantemente los diferentes contaminantes como: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre (SO₂), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Ozono (O₃) y material particulado 2.5 y 10.

Durante el desarrollo de esta apartado se analizará la situación de la contaminación del aire a partir de la información obtenida por parte de las estaciones antes mencionadas, sin embargo, se hará más hincapié en el análisis para las estaciones de Carapungo, Belisario y Guamaní por pertenecer a las parroquias de estudio. Asimismo, se describirán los diferentes gases contaminantes y material particulado que son monitoreadas por la REMMAQ, así como, sus posibles afectaciones a la salud y cumplimiento de las normas nacionales e internacionales con respecto a la calidad del aire.

4.2.1. Descripción y comportamiento de los contaminantes

4.2.1.1. Material particulado (PM2.5)

Según Mészáros (1999) citado en (Quijano & Orozco, 2005) indica que el material particulado (MP) es un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en el aire. Por otra parte, en un estudio de (Garrido & Camargo, 2012) menciona que las fuentes de emisión de estas partículas pueden ser de origen natural o antropogénica. Para el caso de origen natural indica que están los fenómenos de contaminación de polvo africano, los eventos de resuspensión de polvo, recirculación y el transporte de masas de aire y erupciones volcánicas. Para el caso antropogénico señala que surge de los procesos industriales, procesos erosivos que dan origen a polvos finos, emisiones vehiculares e incluso en algunas ocasiones la cocción de alimentos. De ahí que, la exposición al material particulado puede causar problemas cardiovasculares, daños cerebrales, deterioros al sistema respiratorio (tejido pulmonar) y muertes prematuras (Oyarzún, 2010).

En la Figura 28, se muestra el promedio mensual del PM2.5 durante el año 2017 de la urbe de Quito, se puede observar que para el mes de Julio se alcanzó los valores más bajos, mientras que, para el mes de Noviembre se obtuvo los valores más altos. Según la (Secretaría de Ambiente, 2018)

explica que para el mes de Julio los centros educativos al estar en vacaciones, el tráfico vehicular baja, asimismo, menciona que por la época de verano existe fuertes vientos y alta radiación solar lo que implica una baja en las concentraciones de PM2.5. Por otra parte, señala que para el mes de Noviembre la concentración de PM2.5 supero en un 16% con respecto a los 5 años últimos.

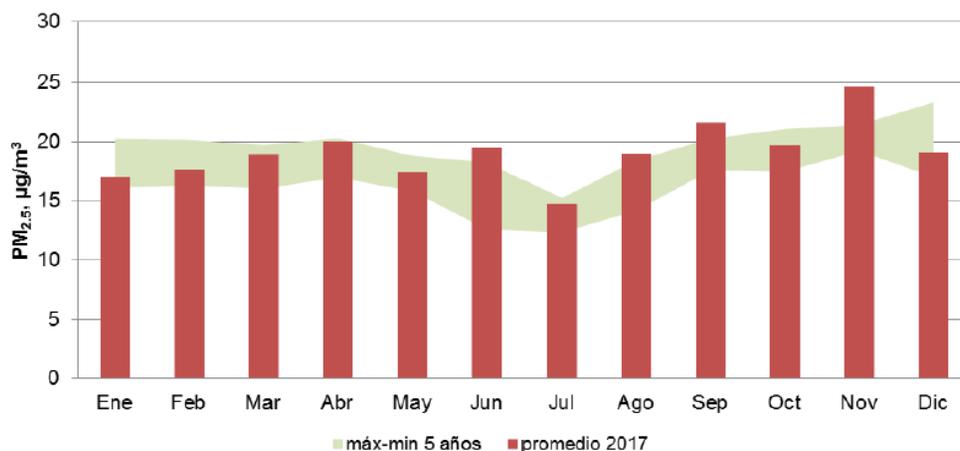


Figura 28. Promedio mensual del año 2017 de PM2.5

Fuente:(Secretaria de Ambiente, 2018)

En la Tabla 10, se presenta el promedio anual 2017 para las estaciones de Carapungo Belisario y Guamaní. Para la estación de Belisario se tiene una concentración de 15,92 µg/m³ siendo el valor más pequeño con respecto a las tres estaciones de estudio. Por otra parte, para el sector de Guamaní se registró una concentración máxima promedio de una hora el 2 de diciembre a las 17H00 de 336 µg/m³, seguido de Carapungo y por último Guamaní.

Cabe recalcar que según la norma de calidad del aire ambiente libro VI y anexo 4 publicada en el 2011, la concentración máxima anual de PM2.5 debe ser igual o menor que 15 µg/m³ y la concentración máxima en una hora debe ser igual o menor que 65 µg/m³, lo que significa que para las tres estaciones no cumple dicha normativa nacional tanto para el promedio anual como horario (MAE, 2011). Asimismo, para la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

publicada en el 2005 establece que la concentración máxima anual de PM_{2.5} es debe ser igual o menor que 10 µg/m³ y la concentración máxima en una hora debe ser igual o menor que 25 µg/m³, nuevamente las tres estaciones superan dicho límite (OMS, 2005). En otras palabras, para los 3 sectores de estudio (Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní) sobrepasan los límites fijados tanto en la normativa nacional como internacional, dando lugar a posibles problemas de salud en las localidades.

Tabla 10.

Promedio anual y horario del 2017 de PM_{2.5} para cada estación de monitoreo

PM _{2.5} (µg/m ³)	Norma de calidad ambiental Nacional (µg/m ³)	Norma de la Organización Mundial de la Salud (µg/m ³)	Carapungo	Belisario	Guamaní
Promedio anual	15	10	19,3	15,92	18,93
Máximo horario	65	25	253,9	90,4	336,0
			01-ene 1:00	01-ene 1:00	02-dic 17:00

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

4.2.1.2. Dióxido de azufre (SO₂)

Según New Jersey Department of health of EEUU publicado el 2001, señala que el dióxido de azufre es un gas incoloro que posee un olor fuerte e irritante que en contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico siendo un compuesto altamente corrosivo. Por otro lado, sus fuentes de emisión son cuando se queman el carbón y petróleo (ignición de combustibles fósiles) ya que se desprende azufre y al combinarse con el aire se forma SO₂. (Academia Nacional de Medicina de México, 2003).

Por consiguiente, la exposición a este gas contaminante puede ocasionar serias dificultades en la salud de la población a corto y largo plazo. En el corto plazo puede causar obstrucción bronquial e hipersecreción bronquial y al largo plazo una bronquitis crónica (Oyarzún, 2010) En la Figura 29, se visualiza el promedio mensual del SO₂ durante el año 2017 de la ciudad de Quito, se puede apreciar que para los meses de Febrero y Marzo se obtuvo concentraciones relativamente bajas, no obstante, para los meses de Junio y Noviembre se alcanzó las concentraciones más altas de este gas.

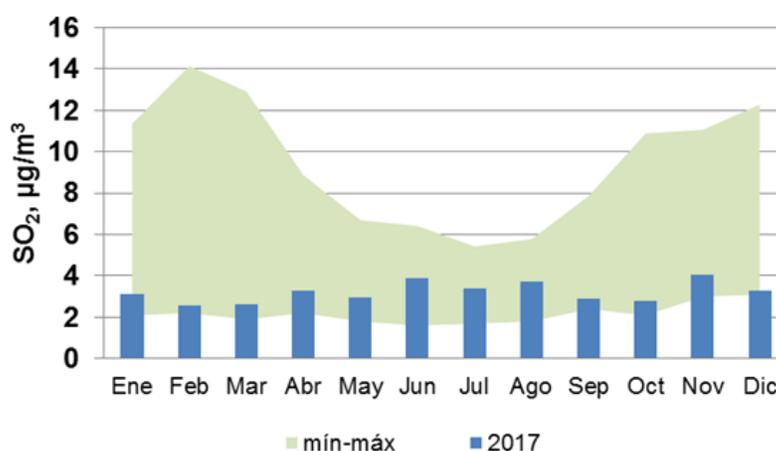


Figura 29. Promedio mensual del año 2017 de SO₂

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

Por otro lado, en la Tabla 11 se muestra el promedio anual, 10 min y diario del 2017 para las estaciones de Carapungo Belisario y Guamaní. Se puede observar que las concentraciones de SO₂ para las tres estaciones fueron relativamente iguales, sin embargo, la concentración más baja fue para la estación de Guamaní, seguido de Carapungo y por último la de Belisario. Por otra parte, la concentración máxima promedio de diez minutos fue para el sector de Guamaní el 31 de Diciembre a las 10H40 con un valor de 111,6 µg/m³ seguido de Carapungo y por último la de Belisario; mientras que, para la concentración máxima promedio diaria fue para el sector de Carapungo con 12,4 µg/m³, seguido de Guamaní y por último la de Belisario.

Hay que enfatizar que la norma nacional de calidad del aire ambiental para la concentración promedio anual debe ser igual o menor que 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la concentración máxima de 10 minutos debe ser igual o menor que 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que significa que para las tres estaciones no cumple dicha normativa nacional tanto para el promedio anual como de 10 min. De igual manera, para la norma internacional de la Organización Mundial de la Salud, la concentración máxima de 10 minutos debe ser igual o menor que 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la concentración máxima diaria debe ser igual o menor que 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que implica que para las tres estaciones no cumple dicha normativa internacional tanto para el promedio de 10 min como el diario. Es decir, que este gas para las tres localidades de estudio está en bajas concentraciones y sin consecuencias para la salud de los habitantes.

Tabla 11.

Promedio anual y diario del 2017 de SO₂ para cada estación de monitoreo

SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de calidad ambiental Nacional ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de la Organización Mundial de la Salud ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carapungo	Belisario	Guamaní
Promedio anual	80		2,30	2,82	1,96
Máximo diez minutos	500	500	99,8	41,3	111,6
			20/11/2017	19/11/2017	31/12/2017
			1:10	11:20	10:40
Máximo promedio diario		24	12,4	7,9	9,6

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2018)

4.2.1.3. Monóxido de carbono (CO)

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de los EEUU (ATSDR), indica que el Monóxido de carbono es un gas incoloro, no irritante, sin olor o sin sabor, que se encuentra no solo en la atmósfera sino en el aire puertal adentro. De igual modo, existen fuentes de emisión natural y humana (ATSDR, 2012). Dentro de las fuentes humanas más

importante es la emisión por los tubos de escape de los automóviles, industrias para sintetizar ciertos compuestos, cocinas que usan madera, chimeneas u otros aparatos a gas que no estén funcionando correctamente. Por otro parte, las fuentes naturales son la combustión de madera, los volcanes e incendios forestales (Bolaños & Chacón, 2017). Un estudio de los posibles efectos a la salud frente a la exposición de este gas, (Téllez, Rodríguez, & Fajardo, 2006) menciona que provoca una reducción del suministro de oxígeno a la sangre dando una sensación de fatiga, mareos, dolores de cabeza y muerte prematura.

En la Figura 30, se visualiza el promedio mensual del CO durante el año 2017 del DMQ, se puede observar que para el mes de Julio se obtuvo la concentración más baja, sin embargo, para los meses de Marzo, Abril y Octubre se alcanzó las concentraciones altas del año. Según el informe de calidad del aire 2017 por la Secretaria de Ambiente del año 2018, menciona unas posibles explicaciones del porqué para el mes de Julio se tiene concentraciones bajas, señalando que para dicho mes se disminuye la presencia vehicular ya que los centros educativos están en vacaciones (Secretaria de Ambiente, 2018). Por otra parte, indica que por las bajas temperaturas las concentraciones de este gas van aumento, debido a que los vehículos arrancan en frío y eso provoca mayores emisiones de CO.

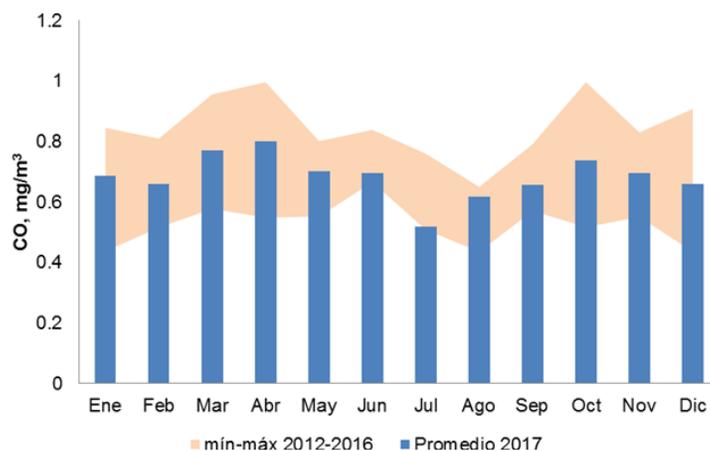


Figura 30. Promedio mensual del año 2017 de CO

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2018)

En la Tabla 12, se muestra el promedio horario y octohorario del 2017 para las estaciones de Carapungo Belisario y Guamaní. Para la estación de Carapungo se registró la concentración máxima promedio de una hora el 3 de Octubre a las 6 de la mañana con un valor de 4,9 mg/m³, seguido de Guamaní y por último Belisario; mientras que, para la concentración máxima promedio de ocho horas fue para la estación de Guamaní el 11 de Marzo con un valor de 3,1 mg/m³, seguido de Carapungo y por último Belisario

Hay que recalcar que para la normativa nacional, la concentración máxima de una hora debe ser igual o menor que 40 µg/m³ y para la concentración máxima de ocho horas debe ser igual o menor que 10 µg/m³, lo que significa que ninguna de las tres estaciones superó dicha norma tanto para el promedio de una hora como el de ochos horas. Es decir, para las tres zonas de estudio las concentraciones de CO fueron bajas, lo que implicaría no tener consecuencias algunas para la salud de los habitantes.

Tabla 12.*Promedio horario del 2017 de CO para cada estación de monitoreo*

CO 2017, (mg/m ³)	Norma de calidad ambiental Nacional (mg/m ³)	Carapungo	Belisario	Guamaní
		4,9	3,1	4,1
Máximo horario	40	03/10/2017	19/05/2017	10/03/2017
		6:00	7:00	21:00
		2,8	1,8	3,1
Máximo promedio octohorario	10	14/05/2017	18/04/2017	11/03/2017
		4:00	22:00	1:00

Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2018)

4.2.1.4. Ozono (O₃)

Según la Union of Concerned Scientists of EEUU publicada el 2011 señala que el ozono es un gas incoloro e inodoro que se forma cuando los óxidos de nitrógeno y los compuestos volátiles orgánicos reaccionan químicamente con el calor y la luz del sol (Union of Concerned Scientists of EEUU, 2011). No obstante, existe dos tipos de ozonos uno que está ubicado en la esfera atmosférica (ozono bueno) y otro que está a nivel del suelo (ozono malo). Este último es el más peligroso para la salud y es el resultado de actividades humanas como: la vehicular, fábricas, plantas eléctricas, gasolina y los solventes químicos. De manera que, la exposición frente a este gas contaminante puede afectar en corto plazo como: la disminución de la frecuencia respiratoria, alveolitis neutrofilica, aumento de permeabilidad e hiperreactividad bronquial y a largo plazo como: daño de células epiteliales y bronquiolización alveolar (Oyarzún, 2010).

En la Figura 31, se presenta el promedio mensual del O₃ durante el año 2017 de la ciudad de Quito, se puede apreciar que las concentraciones más bajas corresponden a los meses de Mayo y Junio, mientras que, las concentraciones más altas se registraron en los meses de Agosto y

Septiembre. Según la Secretaria de Ambiente, la explicación frente a que en los meses de Mayo y Junio se alcanzó los valores más bajos, es porque corresponden al periodo con mayor intensidad de lluvias y días nublados. Por otro lado, el informe también señala que para aquellos meses con mayores concentraciones, se debe a que son meses correspondientes al equinoccio y cielos despejados (Secretaria de Ambiente, 2018).

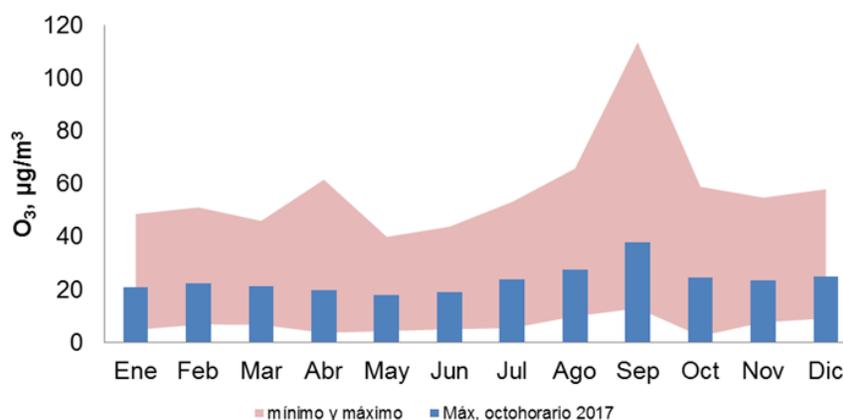


Figura 31. Promedio mensual del año 2017 de O₃

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

En la Tabla 13, se muestra el promedio anual y octohorario del 2017 para las estaciones de Carapungo Belisario y Guamaní. Para la estación de Belisario se registró la concentración anual más baja con 19,47 ug/m³, seguido de Carapungo y finalmente con Guamaní. Por otra parte, la estación de Guamaní alcanzó la concentración máxima de 8 horas el 19 de Septiembre a las 16H00 con 112,3 ug/m³, seguido de Carapungo y Belisario. Cabe que recalcar que tanto para la normativa nacional como la internacional no se establece un límite anual. Sin embargo, para la normativa nacional si establece la concentración máxima de ocho horas y debe ser igual o menor a 120 ug/m³, por lo tanto, ninguna de las 3 localidades de estudio sobrepasa este límite.

No obstante, para la normativa internacional indica que la concentración máxima de ocho horas debe ser igual o menor a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pues bien, para esta guía la estación de Belisario es la única que no excede dicho límite. Es decir, para el gas contaminante O_3 , no viola la normativa nacional (NECA), pero para la normativa internacional dos de sus tres estaciones si lo hacen.

Tabla 13.

Promedio anual y octohorario del 2017 de O_3 para cada estación de monitoreo

Ozono O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de calidad ambiental Nacional ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de la Organización Mundial de la Salud ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carapungo	Belisario	Guamaní
Promedio anual			25,03	19,47	28,05
Máximo promedio octohorario	120	100	102,5	90,3	112,3
			19/09/2017	20/09/2017	19/09/2017
			16:00	16:00	16:00

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

4.2.1.5. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Se conocen ocho óxidos de nitrógeno distintos, pero realmente los de mayor importancia son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) debido a que los demás óxidos están en concentraciones muy bajas. De ahí que, el óxido nítrico es un gas sin color, sin olor, no inflamable y tóxico, por otro lado, el óxido de nitrógeno es un gas pardo-rojizo, posee un olor muy asfixiante y tóxico a la vez pero no inflamable. Estos óxidos son formados por oxidación del nitrógeno atmosférico a lo largo de los procesos de combustión a temperaturas altas (Carnicer, 2007). Las fuentes de emisión de este gas contaminante es provocado por el escape de los vehículos, combustión del carbón, petróleo, gas natural y durante procesos como la soldadura al arco, galvanoplastia y detonación de dinamita (ATSDR, 2016).

Por ende, la prolongada exposición a este gas puede ocasionar graves problemas de salud a corto plazo y a largo plazo como: hiperreactividad bronquial, aumento de síntomas respiratorios y exacerbaciones de asma, disminución de la actividad mucociliar y decremento del desarrollo pulmonar. En la Figura 32, se visualiza el promedio mensual de NO_x durante el año 2017 de la urbe quiteña. Se puede apreciar que las concentraciones más bajas se registraron para los meses de Junio, Julio y Agosto, mientras que, para las concentraciones más altas se registraron en los meses de Marzo, Octubre y Noviembre.

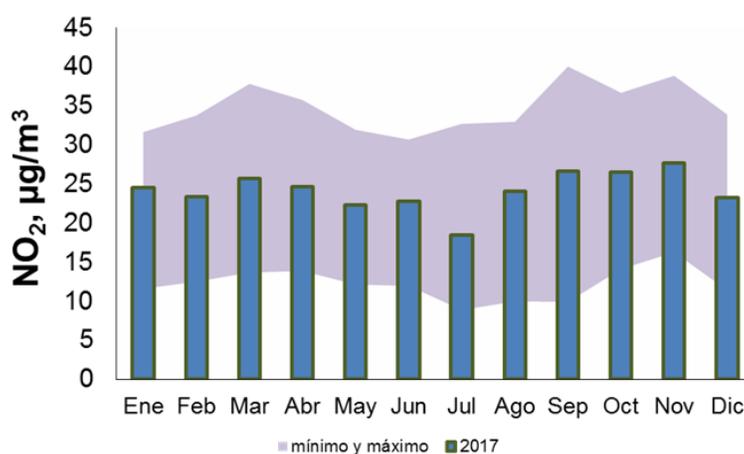


Figura 32. Promedio mensual del año 2017 de NO_x

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

Por otra parte, la Tabla 14 muestra el promedio anual y horario del 2017 para las estaciones de Carapungo Belisario y Guamaní. Se puede observar que las concentraciones de NO_x para las tres estaciones fueron relativamente iguales, sin embargo, la concentración más baja fue para la estación de Guamaní seguido de Belisario y por último de Carapungo. Por otra parte, la concentración máxima promedio de una hora fue para el sector de Guamaní el 18 de Marzo con un valor de 123,6 µg/m³, seguido de Carapungo y por ultimo Belisario.

Hay que ser énfasis que la normativa nacional, la concentración promedio anual debe ser igual o menor que 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la concentración máxima de una hora debe ser igual o menor que 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que significa que ninguna de las tres estaciones superó el límite máximo tanto para el promedio anual como el de una hora. De igual manera, para la normativa internacional, la concentración promedio anual debe ser igual o menor que 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la concentración máxima de una hora debe ser igual o menor que 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que implica que nuevamente ninguna de las tres estaciones superó el límite máximo tanto para el promedio anual como el de una hora. Por consiguiente, tanto para la normativa nacional e internacional las tres estaciones no sobrepasan el límite fijado, dando a entender que las 3 localidades de estudio no presentarían problemas de salud en sus habitantes.

Tabla 14.

Promedio anual y horario del 2017 de NOx para cada estación de monitoreo.

NO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma de calidad ambiental Nacional	Norma de la Organización Mundial de la Salud ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carapungo	Belisario	Guamaní
Promedio anual	100	40	23,74	23,38	22,37
Máximo horario	150	200	103 10/10/2017 6:00	88,0 23/01/2017 9:00	123,6 18/03/2017 9:00

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2018)

4.3. Aplicación del modelo econométrico

Cuando una familia decide comprar una vivienda, considera muchos factores, entre los cuales pueden ser atributos estructurales de la casa, su localización con respecto a las amenidades y atributos ambientales. De ahí que, el presente trabajo de titulación se planteó demostrar que tanto y cómo influye la contaminación del aire (atributo ambiental) en los precios de los bienes

inmuebles. Para cumplir con esta hipótesis se utilizó el método de los precios hedónicos con la forma funcional logarítmica (Log-Log) que oportunamente fue profundizada en el apartado del marco teórico. De esta manera, el modelo hedónico sería el siguiente:

$$\text{Log(Precio)} = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Log(Aconst), Log(Antigue), Log(Armazon), Log(Aterre), Log(Banos), Log(Cubierta),} \\ \text{Garaje, Log(Habit), Jardin, Log(Manposteria), Log(Paredes), Log(Plantas), Terreza,} \\ \text{Log(Distbasu), Log(Distdelin), Log(Disteduc), Log(Distesprec), Log(Distmerca),} \\ \text{Log(Distmovi), Log(Distsalu), Log(Distupc), Log(PM2.5), Log(SO2),} \\ \text{Log(CO), Log(O3), Log(NOx)} \end{array} \right\}$$

Así pues, el modelo muestra todas las variables que se utilizaron para describir a la variable dependiente precio. En la Tabla 15, se exponen los diferentes resultados de cada uno de las variables descritas en el anterior modelo una vez corrido. Asimismo, en letra negrilla, cursiva y subrayada se visualiza la variable ambiental, ya que para este proyecto es de suma importancia analizar e interpretar sus valores.

Tras correr la función hedónica de la forma Log-Log se puede apreciar que las variables ambientales (NO_x , O_3 , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , CO) poseen coeficientes de signo negativo. No obstante, para el gas O_3 y para el material particulado $\text{PM}_{2.5}$ fueron estadísticamente significativos al 95%, mientras que, para el gas CO su coeficiente fue estadísticamente significativo al 90% y para los gases NO_x , SO_2 sus coeficientes no lo fueron.

Hay que mencionar que en estudios similares y la lógica del pensamiento se esperaba que todos los contaminantes tuviesen coeficientes de signo negativo, ya que a mayor cantidad de contaminación atmosférica por parte del contaminante menor sería el precio de bien inmueble. Es decir, que la relación que guarda entre el contaminante y el precio de la vivienda es inversamente proporcional o negativa.

De hecho, en un estudio sobre el impacto de la contaminación del aire en los precios de las viviendas en la ciudad de la paz, (Vidaurre, 2009) analiza dos contaminantes el PM10 y el NOx y al momento de correr los modelos obtiene como resultado tanto para PM10 como NOx coeficientes con signo negativo y afirma que la contaminación ambiental guarda una relación inversamente proporcional (negativa) con respecto al precio de la vivienda. Es decir, cuando se aumenta una unidad de PM10 el precio de la casa desciende 0.0912% y para el caso de NOx desciende un 0.0968%.

Asimismo, en otro estudio sobre el impacto de la percepción de la calidad del aire sobre el precio de las viviendas en Chile, (Mardones, 2006) investiga la percepción de malos olores en el precio de las casas. Dicho estudio revela que los valores de los bienes inmuebles caen considerablemente cuando existe percepción de contaminación del aire (percepción de malos olores) en la zona donde se ubica el inmueble. Ahora bien, en este estudio no se utilizaron gases contaminantes pero la gente entiende que en presencia de contaminación ambiental no es muy cotizado la vivienda, así que el precio tiende a caer.

Por consiguiente, el presente proyecto de titulación corrobora con la idea mencionada anteriormente, tras obtener coeficientes de signo negativo para todas las variables ambientales. Sin embargo, no todas las variables ambientales fueron estadísticamente significativas, una posible explicación para esta situación sería la cantidad de casas muestreadas para las tres parroquias de estudio, ya en el momento de correr el modelo las variables independientes intentan a través de cada uno de sus valores, describir a la variable dependiente precio y al no poseer suficiente número de casas arroja que no es estadísticamente significativa o no describe oportunamente al precio del bien inmueble.

Tabla 15.*Aplicación de la función hedónica (Log-Log)*

Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico	Probabilidad
LOG(HABIT)	0.47315	0.071725	6.596725	0
LOG(ANTIGUE)	0.014134	0.012077	1.170314	0.2424
LOG(ARMAZON)	-0.016013	0.089132	-0.179658	0.8575
LOG(BANOS)	0.479062	0.057544	8.325182	0
LOG(CUBIERTA)	-0.032919	0.031667	-1.039545	0.299
LOG(GARAJE)	0.091216	0.108882	0.837749	0.4026
LOG(JARDIN)	0.163131	0.046233	3.528465	0.0005
LOG(MANPOSTERI)	-0.076346	0.129288	-0.590509	0.5551
LOG(PAREDES)	-0.023748	0.03551	-0.668751	0.504
LOG(PLANTAS)	-0.08136	0.056896	-1.429979	0.1533
LOG(TERRAZA)	0.165038	0.043539	3.790573	0.0002
LOG(DISTBASU)	0.032748	0.027646	1.184554	0.2367
LOG(DISTDELIN)	0.002093	0.02896	0.072268	0.9424
LOG(DISTEDUC)	0.059389	0.031828	1.865939	0.0626
LOG(DISTESPREC)	-0.02166	0.027633	-0.783855	0.4335
LOG(DISTMERCA)	-0.107504	0.029815	-3.605721	0.0003
LOG(DISTMOVI)	0.025294	0.029448	0.858954	0.3908
LOG(DISTSALU)	0.034074	0.025183	1.353067	0.1766
LOG(DISTUPC)	-0.01486	0.024032	-0.61835	0.5366
<u>LOG(NOX)</u>	<u>-0.39272</u>	<u>1.106269</u>	<u>-0.354995</u>	<u>0.7227</u>
<u>LOG(O3)</u>	<u>-2.322217</u>	<u>0.713435</u>	<u>-3.254981</u>	<u>0.0012</u>
<u>LOG(PM2_5)</u>	<u>-3.078247</u>	<u>1.295546</u>	<u>-2.376024</u>	<u>0.0179</u>
<u>LOG(SOX)</u>	<u>-0.038603</u>	<u>0.248387</u>	<u>-0.155415</u>	<u>0.8766</u>
<u>LOG(CO)</u>	<u>-0.381991</u>	<u>0.230532</u>	<u>-1.656997</u>	<u>0.0981</u>
C	28.73579	2.832803	10.14394	0
R cuadrada	0.825179	Media dependiente var		11.79996
R cuadrada ajustada	0.817016	Error estándar dependiente var		0.767888
Error estándar de la regresión	0.328476	Criterio de info. Akaike		0.656568
Suma de cuadrados residual	55.45887	Criterio Schwarz		0.855534
Probabilidad de registro	-151.945	Criterio de Hannan-Quinn		0.734389
F-estadístico	101.0898	Estadístico Durbin-Watson		1.992492
Probabilidad del F-estadístico	0	Método: Mínimos Cuadrados		

Por otro lado, en la Tabla 16 constan todas las variables significativas junto con algunos criterios estadísticos que se interpretarán en el apartado siguiente. Hay que enfatizar que las variables ambientales al ser parte central de esta disertación no fueron eliminados los gases NOx y SO2, pese a que no fueron estadísticamente significativos.

Tabla 16.

Modelo hedónico con sus variables significativas

Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico	Probabilidad
LOG(HABIT)	0.47661	0.068157	6.992772	0
LOG(BANOS)	0.46746	0.052412	8.918948	0
LOG(JARDIN2)	0.176248	0.045102	3.907741	0.0001
LOG(TERRAZA2)	0.149007	0.042843	3.477954	0.0005
LOG(DISTEDUC)	0.06575	0.029416	2.235172	0.0258
LOG(DISTMERCA)	-0.083408	0.023523	-3.545846	0.0004
<u>LOG(NOX)</u>	<u>-0.27174</u>	<u>1.054631</u>	<u>-0.257663</u>	<u>0.7968</u>
<u>LOG(O3)</u>	<u>-2.277811</u>	<u>0.659247</u>	<u>-3.455169</u>	<u>0.0006</u>
<u>LOG(PM2_5)</u>	<u>-3.222167</u>	<u>1.191026</u>	<u>-2.705371</u>	<u>0.007</u>
<u>LOG(SOX)</u>	<u>-0.087568</u>	<u>0.234315</u>	<u>-0.373719</u>	<u>0.7088</u>
<u>LOG(CO)</u>	<u>-0.414114</u>	<u>0.21787</u>	<u>-1.90074</u>	<u>0.0579</u>
C	28.81318	2.519259	11.43716	0
R cuadrada	0.820612	Media dependiente var		11.79996
R cuadrada ajustada	0.816867	Error estándar dependiente var		0.767888
Error estándar de la regresión	0.32861	Criterio de info. Akaike		0.634121
Suma de cuadrados residual	56.90784	Criterio Schwarz		0.729625
Probabilidad de registro	-158.8957	Criterio de Hannan-Quinn		0.671476
F-estadístico	219.1602	Estadístico Durbin-Watson		1.984562
Probabilidad del F-estadístico	0	Método: Mínimos Cuadrados		

4.4. Análisis estadístico del modelo significativo

En este apartado el modelo hedónico significativo (Ver Tabla 16) deberá pasar por un proceso de validación en el que se aplicarán algunos criterios estadísticas con el propósito de poder detectar posibles problemas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y/o auto correlación y dotar de

estabilidad a los coeficientes de las variables explicativas, así como, una buena capacidad predictiva al modelo. En ese sentido, se puede apreciar que el modelo presenta un coeficiente de determinación R^2 igual a 0.820612, esto quiere decir que el 82.06% de la variación en la variable dependiente precio respecto a su media es explicada por las variables independientes. Es decir, el presente modelo posee una buena predicción de la variable dependiente.

Por otro lado, tanto el criterio de información de Akaike como el criterio de Schwarz presentan valores cercanos a cero, corroborando una buena estabilidad y predicción del modelo. Asimismo, el estadístico F-Snedecor cuyo valor es igual 219.16 y su p-valor igual a 0.00, indica que dicho modelo es globalmente significativo para un nivel de significancia al 0.05. Por último, el estadístico Durbin-Watson es igual 1.8106 que significa que el modelo posee una ligera auto correlación negativa pero que para las ciencias sociales este valor es bueno y se puede decidir que el modelo no presenta ningún problema que pudiera afectara los posteriores resultados.

Pese a lo expuesto anteriormente no es suficiente para determinar si el modelo aun es o no eficiente, por lo tanto, se analizará a continuación otros criterios estadísticos referentes a problemas de multicolinealidad y heteroscedasticidad (Ver Tablas 17, 18, 19 y 20).

Tabla 17.

Matriz de correlación entre las variables independientes

	HAB IT	BAN OS	JARDI N	TER RAZ A	DIST EDU C	DIST MER CA	NOX	O3	PM2. 5	SO2	CO
HABI T	1	0.6	0.1	0.09	-0.09	-0.07	0.04	-0.45	-0.43	0.20	-0.05
BANO S	0.6	1	0.2	0.07	-0.15	-0.07	0.06	-0.61	-0.56	0.18	0.07
JARD IN	0.1	0.2	1	-0.2	-0.03	0.08	0.09	-0.22	-0.2	0.09	0.05
TERR AZA	0.1	0.07	-0.2	1	-0.01	-0.06	0.01	0.04	0.04	0.03	-0.05
DISTE DUC	-0.1	-0.15	-0.03	-0.1	1	0.35	-0.18	0.25	0.08	0.05	-0.32

CONTINÚA 

DIST MER CA	-0.07	-0.07	0.08	-0.06	0.35	1	-0.02	0.04	-0.06	0.16	-0.17
NOX	0.03	0.06	0.09	0.01	-0.18	-0.02	1	-0.22	-0.01	0.57	-0.02
O3	-0.4	-0.6	-0.22	0.04	0.25	0.04	-0.22	1	0.82	-0.41	-0.04
PM2.5	-0.4	-0.6	-0.2	0.04	0.08	-0.06	-0.01	0.82	1	-0.45	0.29
SO2	0.2	0.2	0.09	0.03	0.05	0.160	0.57	-0.41	-0.45	1	-0.52
CO	-0.06	0.07	0.05	-0.05	-0.32	-0.17	-0.03	-0.04	0.29	-0.52	1

Tabla 18.

Indicador del factor de inflación de la varianza

Variable	Coficiente Diferencia	No centrado VIF	Centrado VIF
LOG(HABIT)	0.004645	39.86771	1.663923
LOG(BANOS)	0.002747	18.34358	2.110317
LOG(JARDIN)	0.002034	3.077279	1.136138
LOG(TERRAZA)	0.001836	2.597077	1.06485
LOG(DISTEDUC)	0.000865	159.0951	1.323052
LOG(DISTMERCA)	0.000553	135.6642	1.193263
LOG(NOX)	1.112247	54964.44	3.586855
LOG(O3)	0.434607	21720.36	6.3785
LOG(PM2.5)	1.418543	59005.49	7.8642
LOG(SO2)	0.054903	234.177	3.343293
LOG(CO)	0.047467	588.4794	4.482267

Para la Tabla 17, se puede apreciar que los valores de la matriz de correlación en un 95% de su totalidad no superan el valor de 0.80, sin embargo, existe una correlación de 0.8203 entre las variables PM2.5 y O3. Hay que mencionar que el valor es muy cercano a 0.80, lo que implicó decidir que estas dos variables no sean un problema grave de multicolinealidad. Otro motivo fue que ambas variables poseen la misma naturaleza de medición y no es el caso de que una sea una combinación lineal de la otra.

Por otro lado, en la Tabla 18 se puede observar en la columna VIF que cada uno de los valores para cada variable explicativa no se acerca en lo más mínimo al valor de 10 que representaría colinealidad. Asimismo, para este indicador las dos variables PM2.5 y O3 presentaron los valores más altos con 7.8642 y 6.3785 respectivamente. No obstante, por las razones expuestas anteriormente y al no sobrepasar o acercarse el valor 10, estas variables no presentan colinealidad. Por otra parte, en las Tablas 19 y 20 se muestra dos pruebas para identificar si el modelo tiene problemas de heteroscedasticidad. Asimismo, se presentan algunos criterios estadísticos pertenecientes a cada uno de los test.

Tabla 19.

Test de heteroscedasticidad Breusch-Pagan-Godfrey

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	3.951749	Prob. F(9,530)	0.000
Obs*R-squared	41.07131	Prob. Chi-Square(9)	0.000
Scaled explained SS	55.63798	Prob. Chi-Square(9)	0.000

Tabla 20.

Test de heteroscedasticidad White

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	3.885702	Prob. F(53,486)	0.000
Obs*R-squared	40.43637	Prob. Chi-Square(53)	0.000
Scaled explained SS	54.77785	Prob. Chi-Square(53)	0.000

Al mirar las respectivas Tablas 19 y 20 se encontró que si existe un problema de heteroscedasticidad, ya que tanto para el test Breusch-Pagan-Godfrey y White la probabilidad del Chi cuadrado fue igual a 0.00, rechazando la hipótesis nula de homoscedasticidad y aceptando la hipótesis alternativa de que si hay heteroscedasticidad.

Frente a esta situación (Gujarati & Porter, 2010), sugiera varios medidas correctivas entre las cuales es plantear una transformación logarítmica a cada uno de las variables independientes, sin embargo, esta medida quedaría descartado ya que el modelo hedónico en si es un función logarítmica. Por otro parte, los autores sugieren aplicar las varianzas y errores estándar consistentes con heteroscedasticidad de White. Al aplicar esta corrección se obtiene estimaciones consistentes estadísticamente de las varianzas y covarianzas de los estimadores de MCO aunque haya heteroscedasticidad. A continuación, se presenta la Tabla 21 con los resultados correspondientes tras aplicar las varianzas y errores estándar de White.

Tabla 21.*Modelo hedónico final y corregido la heteroscedasticidad***White-Hinkley (HC1) heteroskedasticity consistent standard errors and covariance**

Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico	Probabilidad
LOG(HABIT)	0.47661	0.080049	5.954005	0
LOG(BANOS)	0.46746	0.056431	8.283743	0
LOG(JARDIN2)	0.176248	0.043743	4.029185	0.0001
LOG(TERRAZA2)	0.149007	0.042926	3.471297	0.0006
LOG(DISTEDUC)	0.06575	0.02774	2.37027	0.0181
LOG(DISTMERCA)	-0.083408	0.021801	-3.82591	0.0001
<u>LOG(NOX)</u>	<u>-0.27174</u>	<u>0.956759</u>	<u>-0.284021</u>	<u>0.7765</u>
<u>LOG(O3)</u>	<u>-2.277811</u>	<u>0.642987</u>	<u>-3.542547</u>	<u>0.0004</u>
<u>LOG(PM2_5)</u>	<u>-3.222167</u>	<u>1.168698</u>	<u>-2.757058</u>	<u>0.006</u>
<u>LOG(SOX)</u>	<u>-0.087568</u>	<u>0.217011</u>	<u>-0.403517</u>	<u>0.6867</u>
<u>LOG(CO)</u>	<u>-0.414114</u>	<u>0.214053</u>	<u>-1.934634</u>	<u>0.0536</u>
C	28.81318	2.313808	12.45271	0
R cuadrada	0.820612	Media dependiente var		11.79996
R cuadrada ajustada	0.816867	Error estándar dependiente var		0.767888
Error estándar de la regresión	0.32861	Criterio de info. Akaike		0.634121
Suma de cuadrados residual	56.90784	Criterio Schwarz		0.729625
Probabilidad de registro	-158.8957	Criterio de Hannan-Quinn		0.671476
F-estadístico	219.1602	Estadístico Durbin-Watson		1.984562
Probabilidad del F-estadístico	0	Método: Mínimos Cuadrados		

4.5. Análisis de los coeficientes del modelo significativo

Una vez dotado al modelo hedónico final (Ver Tabla 21) con coeficientes estadísticamente significativos y aprobados todos los criterios estadísticos frente a los posibles problemas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y/o auto correlación, finalmente, se procedió a interpretar como varía la variable dependiente precio con respecto a cada uno de las variables independientes.

En la siguiente Tabla 22, se muestra las diferentes elasticidades para cada uno de las variables independientes. Hay que mencionar que por ser de la forma funcional logarítmica (Log-Log), los valores de los coeficientes son a la vez sus respectivas elasticidades.

Tabla 22.
Elasticidades de las variables explicativas

Variable	Elasticidad
LOG(HABIT)	0.4766
LOG(BANOS)	0.4674
LOG(JARDIN)	0.1762
LOG(TERRAZA)	0.1490
LOG(DISTEDUC)	0.06575
LOG(DISTMERCA)	-0.0834
LOG(NOX)	-0.2717
LOG(O3)	-2.2778
LOG(PM2.5)	-3.22216
LOG(SO2)	-0.0875
LOG(CO)	-0.41411

- Para las variables ambientales como O3, PM2.5 y CO que fueron estadísticamente significativos al 95% y 90% respectivamente. Si la contaminación medida a partir de O3, PM2.5 y CO aumenta en un 1%, el precio del bien inmueble disminuye en un 2.27 %, 3.22% y 0.41% respectivamente. Un estudio de valoración ambiental de las áreas verdes urbanas para la ciudad de Bogotá realizado por Zorilla en el año 2012, muestra que en presencia de

contaminación del aire, el valor de la vivienda varía en forma negativa un 3.60% (Zorrilla, 2012). Este hecho muestra que si bien el valor oscila entre los datos obtenidos para la ciudad de Quito, no se encuentra muy distante del mismo y corrobora el contexto planteado en este presente trabajo de titulación.

Por consiguiente, para mayor entendimiento del lector se traducirá en cifras monetarias los perjuicios que acarrea tener contaminación en el aire. Es decir, la parroquia de Calderón para una casa típica cuyo valor asciende a \$100 000 dólares el efecto de tener un aire contaminado (O₃, PM_{2.5} y CO) puede ocasionar una baja en el precio de \$2 270, \$3 220 y \$410 dólares respectivamente, mientras que, para Belisario Quevedo una casa representativa tiene el valor de \$360 000 dólares y el perjuicio sería de \$8 172, \$11 592 y \$1 476 dólares respectivamente, y para Guamaní cuya casa típica asciende a \$76 000 dólares la pérdida monetario sería de \$1 726, \$2 448 y \$312 dólares respectivamente. Por lo tanto, la contaminación atmosférica es de vital importancia en una urbe ya que ocasiona cuantiosas pérdidas monetarias afectando al bolsillo del ciudadano como al sector inmobiliario. Asimismo, parte de este trabajo de titulación es desarrollar políticas públicas con el propósito de salvaguardar no solo la salud de los ciudadanos sino evitar que pueda afectar la economía de los quiteños, incluso en los diferentes sectores de la economía.

- Número de habitaciones: El signo es positivo como se esperaba en el análisis ex ante, lo que significa que a mayor número de cuartos mayor será el valor del precio de la vivienda. En otras palabras, cuando el número de habitaciones aumente una unidad, el precio de la vivienda aumenta 0.48%.
- Baños: De nuevo, el signo es positivo como se esperaba en el análisis ex ante. Cuando el número de baños aumente una unidad, el precio de la casa aumenta en 0.47%.

- Jardín: El signo es positivo como se esperaba en el análisis ex ante. Cuando existe la presencia de un jardín en una vivienda y más si aumenta en una unidad, el precio del bien inmueble aumenta en 0.18%
- terraza: El signo es positivo como se esperaba en el análisis ex ante. Cuando existe la presencia de una terraza en una vivienda y más si aumenta en una unidad, el precio del bien inmueble aumenta en 0.15%
- Centros educativos: En este caso los centros educativos tienen una externalidad positiva o negativa. Al tener signo positivo quiere decir que tiene una externalidad negativa, es decir, mientras mayor sea la distancia que separe la casa con los centros educativos mayor será el precio de la casa. Esto es que al tener a los centros educativos más cercanos de lo común ocasiona tráfico y sobretodo ruido a cualquier hora del día por parte de los estudiantes, policías etc. En otras palabras, cuando aumenta una unidad de metros lineal que distancie a la vivienda, el precio de la vivienda aumenta 0.066%.
- Mercados/ferias: En este caso los centros educativos tienen una externalidad positiva o negativa. Al tener signo negativo quiere decir que tiene una externalidad positivo, es decir que mientras menor sea la distancia que exista entre la vivienda a los mercados/ferias mayor será el precio de la vivienda. Esto se puede explicar debido a que la familia tiene que recorrer pequeñas distancias para poder comprar los alimentos para la comida del hogar. O sea, cuando se disminuya una unidad de metros lineal, el precio de la vivienda aumenta 0.083%.

4.6. Ubicación espacial de la contaminación del aire

En esta sección se presenta la ubicación de la contaminación del aire para las tres zonas de estudio. Esto se logró mediante un mapa de predicción que se realizó en el programa ArcGIS 10.2, con el propósito de representar de mejor manera al problema ambiental que ocurre en las inmediaciones de las estaciones de monitoreo atmosférico que posee el DMQ para cada uno de los contaminantes de estudio. Por consiguiente, este mapa de predicción expeditivo busca pronosticar valores de concentración de los diferentes contaminantes en los alrededores de las estaciones de monitoreo, así como, en las parroquias inmediatas a la zona de estudio, ya que la REMMAQ contiene tan solo 8 de 9 estaciones que tuvieron un registro en el año 2017 (Ver Figura 35, 36, 37, 38 y 39).

Por otro lado, la clasificación fue tomada en parte del Índice Quiteño de la Calidad del Aire (IQCA), ya que hubo un problema debido a que la norma ecuatoriana no establece niveles de alerta para valores anuales (Ver Figura 33 y 34).

Rango	Categoría	CO ^a	O ₃ ^b	NO _x ^c	SO ₂ ^d	PM _{2.5} ^e
0 – 50	Nivel deseable	0 - 5 000	0 - 80	0 - 75	0 - 175	0 – 33
50 – 100	Nivel aceptable	5 001 - 10 000	81 - 160	76 - 150	176 - 350	34 – 65
100 – 200	Nivel de precaución	10 001 - 15 000	161 - 300	151 - 1 200	351 - 800	66 – 150
200 – 300	Nivel de alerta	15 001 - 30 000	301 - 600	1 201 - 2 300	801 - 1 600	151 – 250
300 – 400	Nivel de alarma	30 001 - 40 000	601 - 800	2 301 - 3 000	1 601 - 2 100	251 – 350
400 – 500	Nivel de emergencia	> 40 000	> 800	> 3 000	> 2 100	> 350

Notas: a. Se refiere a la concentración promedio en ocho horas
 b. Se refiere a la concentración promedio en una hora de los oxidantes fotoquímicos expresados como ozono
 c. Se refiere a la concentración máxima en 24 horas de los óxidos de nitrógeno expresados como NO_x
 d. Se refiere a la concentración promedio en 24 horas
 e. La norma ecuatoriana no establece niveles de alerta en función del PM_{2.5}, sino del PM₁₀; por ello, los valores que se anotan en la tabla son los vigentes para el AQI de los Estados Unidos. Los valores se refieren a las concentraciones máximas en 24 horas.

Figura 33. Límites numéricos de cada categoría del IQCA (ug/m³)

Fuente: (CORPAIRE, 2004)

Por consiguiente, para cada contaminante el primer nivel comenzaba con un rango superior a los valores registrados por la predicción, dificultando aún más la clasificación de los contaminantes (ver Figura 33). Frente a esto, se optó por hacer una clasificación arbitraria pero lógica para demostrar los diferentes niveles de contaminación que existe en la ciudad de la Quito (Ver Tabla 23). Asimismo, la calificación de los colores se eligió de este mismo estudio por parte de la (CORPAIRE, 2004) (Ver Figura 34). No obstante para mejorar la interpretación del mapa de predicción de los contaminantes los colores de las casillas verde y gris se intercambiaron. Es decir el color verde pasa a ser gris y el gris pasa hacer verde.

<i>Condición desde el punto de vista de la salud</i>	<i>Color de identificación</i>
Óptima.	Blanco
Buena.	Verde
No saludable para individuos extremadamente sensibles (enfermos crónicos y convalecientes).	Gris
No saludable para individuos sensibles (enfermos).	Amarillo
No saludable para la mayoría de la población y peligrosa para individuos sensibles.	Naranja
Peligrosa para toda la población.	Rojo

Figura 34. Rangos, significados y colores de las categorías del IQCA
Fuente: (CORPAIRE, 2004)

Tabla 23.*Clasificación arbitraria de los niveles de contaminación para cada contaminante*

Categoría	Rango de PM2.5 (ug/m3)	Rango de O3 (ug/m3)	Rango de CO (ug/m3)	Rango de NOx (ug/m3)	Rango de SO2 (ug/m3)
Nivel deseable	<15	< 18	< 3	< 19	< 2
Nivel regular	15 a 16.5	18 – 20.5	3 - 4	19 - 22	2 - 3
Nivel precaución	16.5 a 18	20.5 - 23	4 - 5	22 - 25	3 - 4
Nivel alerta	18 a 19.5	23 – 25.5	5 - 6	25 - 28	4 - 5
Nivel alarma	19.5 a 21.7	25.5 - 28	6 - 7	28 - 31	5 - 6
Nivel emergencia	> 21.7	> 28	> 7	> 31	> 6

Por lo tanto, en base a lo expuesto, al observar las Figura 35 se puede apreciar que para las inmediaciones de la estación El Camal se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de las estaciones de Calderón, Guamaní, El Centro poseen niveles entre alerta y alarma, asimismo, para las afueras de la estación de Cotocollao cuenta con un nivel de precaución y finalmente para los entornos de las estaciones de Tumbaco y Los Chillos se encuentran entre los niveles deseable y regular. Cabe recalcar que la Norma de Calidad de Ambiente Nacional para las concentraciones de PM 2.5 debe ser menor a 15 ug/m3, en este sentido, todas las estaciones están superando el límite máximo, excepto las estaciones de Tumbaco y Los Chillos con valores de 14.8 ug/m3 y 14.2 ug/3 respectivamente.

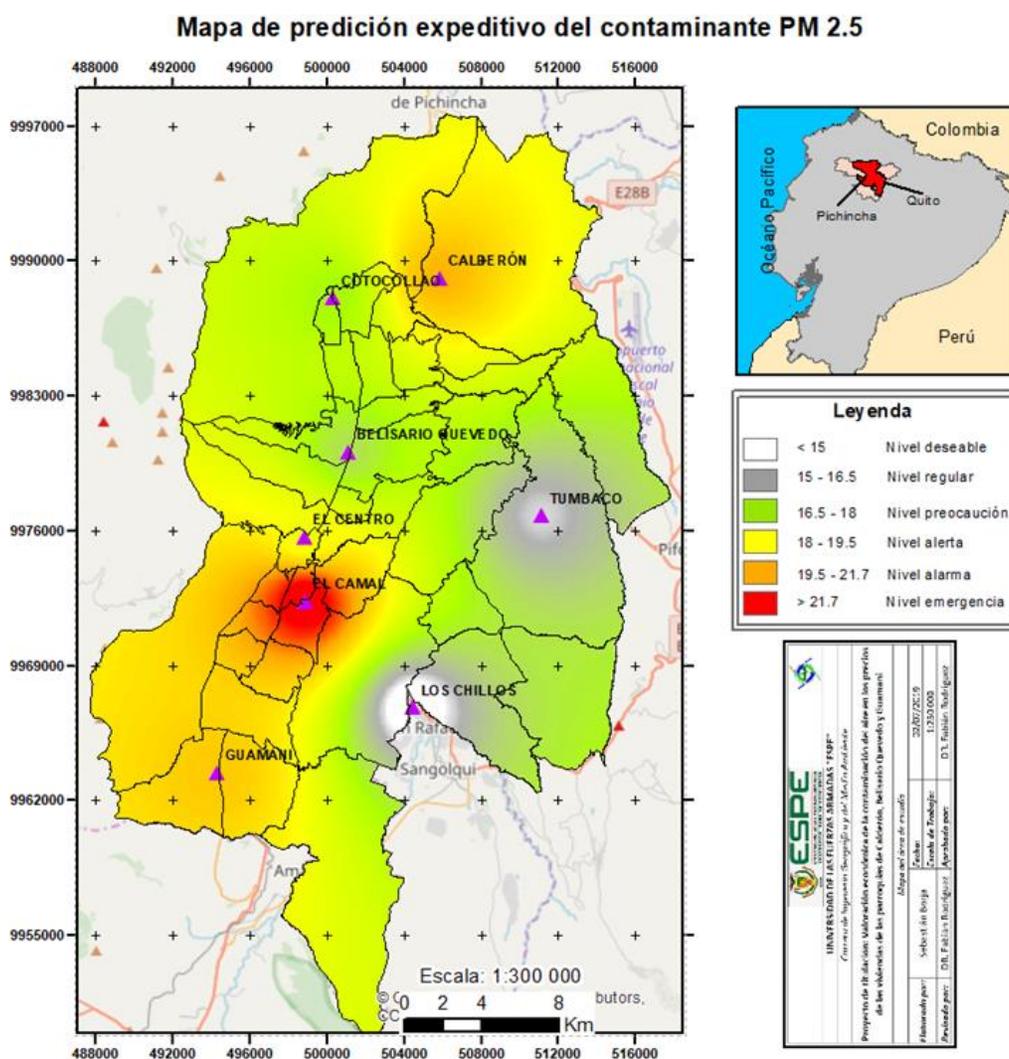


Figura 35. Mapa de predicción del contaminante PM 2.5

Por lo tanto, en base a lo expuesto, al observar las Figura 36 se puede apreciar que para las inmediaciones de la estación Guamaní se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de las estaciones de Los Chillos, Tumbaco y Calderón poseen niveles entre alerta y alarma, asimismo, para las afueras de la estación de Cotocollao cuenta con un nivel de precaución y finalmente para los entornos de las estaciones de Belisario Quevedo, El Centro y El Camal se encuentran entre los niveles deseable y regular.

Cabe que recalcar que tanto para la normativa nacional como la internacional no se establece un límite anual. Sin embargo, se hizo la clasificación para ver qué zonas están en un valor más alto con respecto a otras zonas.

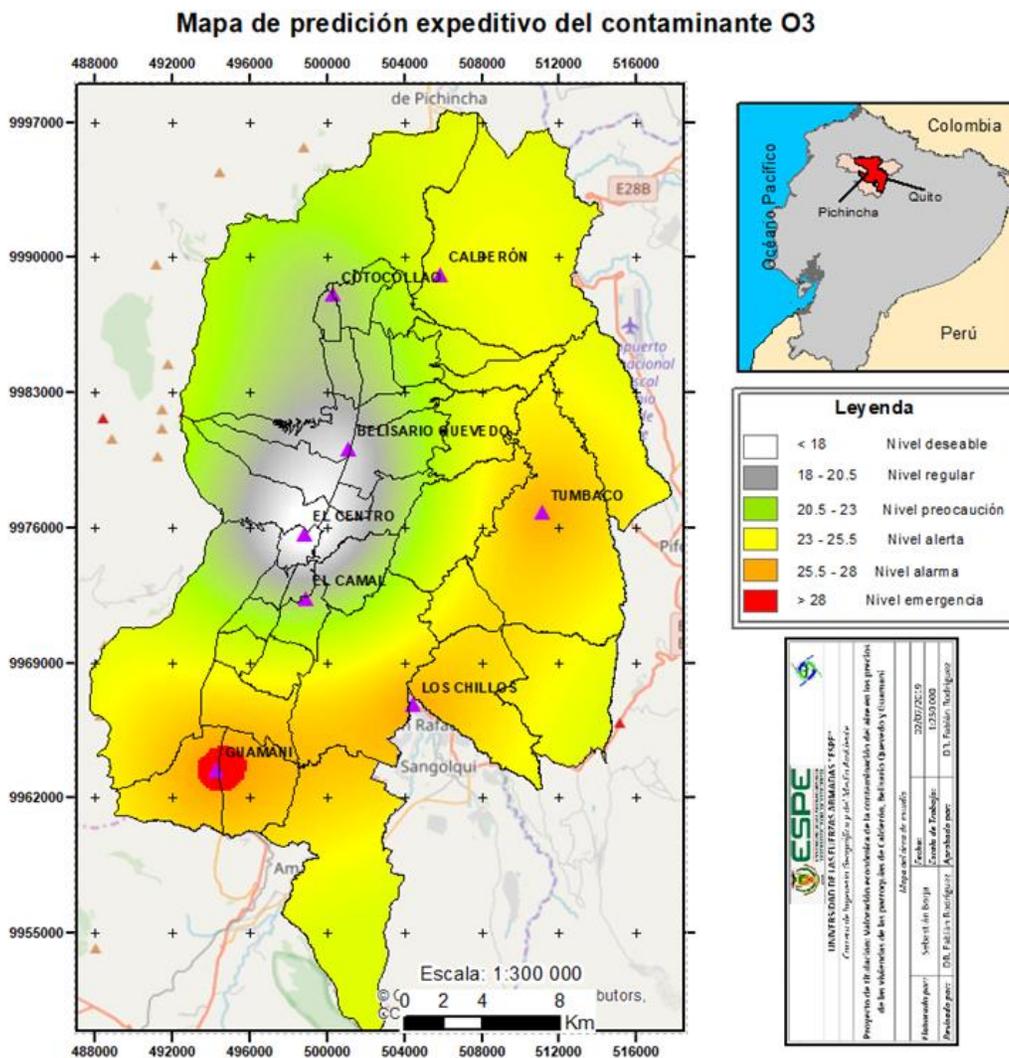


Figura 36. Mapa de predicción del contaminante O3

Por lo tanto, en base a lo expuesto, al observar las Figura 37 se puede apreciar que para las inmediaciones de la estación Cotocollao se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de las estaciones de Calderón y Belisario Quevedo poseen niveles de precaución, asimismo, para las afueras de las estaciones El Centro, Tumbaco, El Camal, Los Chillos y Guamaní

cuentan con niveles entre regular y deseable. Cabe que recalcar que tanto para la normativa nacional como la internacional no se establece un límite anual. Sin embargo, se hizo la clasificación para ver qué zonas están en un valor más alto con respecto a otras zonas.

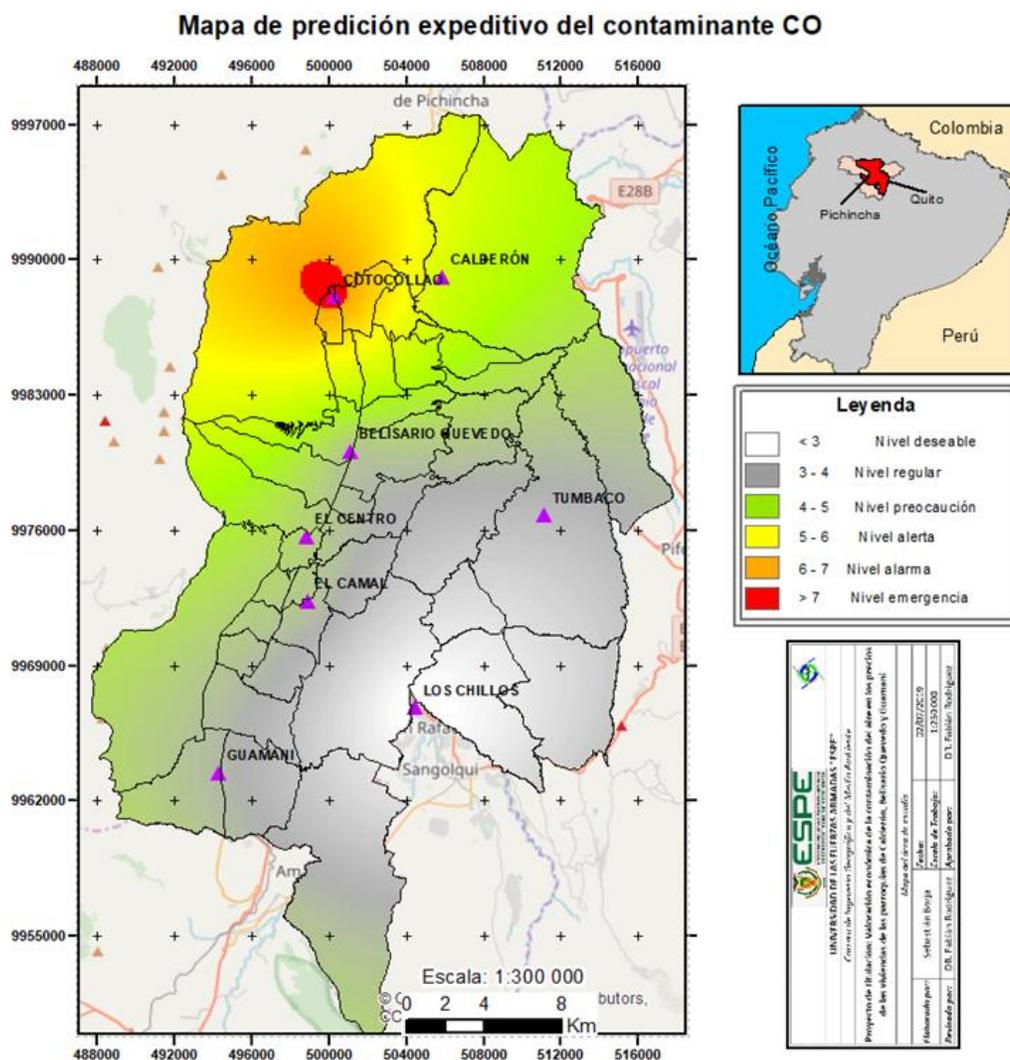


Figura 37. Mapa de predicción del contaminante CO

Por lo tanto, en base a lo expuesto, al observar las Figura 38 se puede apreciar que para las inmediaciones de la estación El Camal se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de la estación de El Centro poseen niveles entre Alarma y Alerta, asimismo, para las afueras de las estaciones de Belisario Quevedo, Tumbaco, Calderón y Guamaní cuentan con

niveles entre regular y precaución y finalmente para los entornos de las estaciones de Cotocollao y Los Chillos se encuentran en el nivel deseable. Cabe que recalcar que tanto para la normativa nacional como la internacional las concentraciones de Nox no superan el límite anual establecido. Sin embargo, se hizo la clasificación para ver qué zonas están en un valor más alto con respecto a otras zonas.

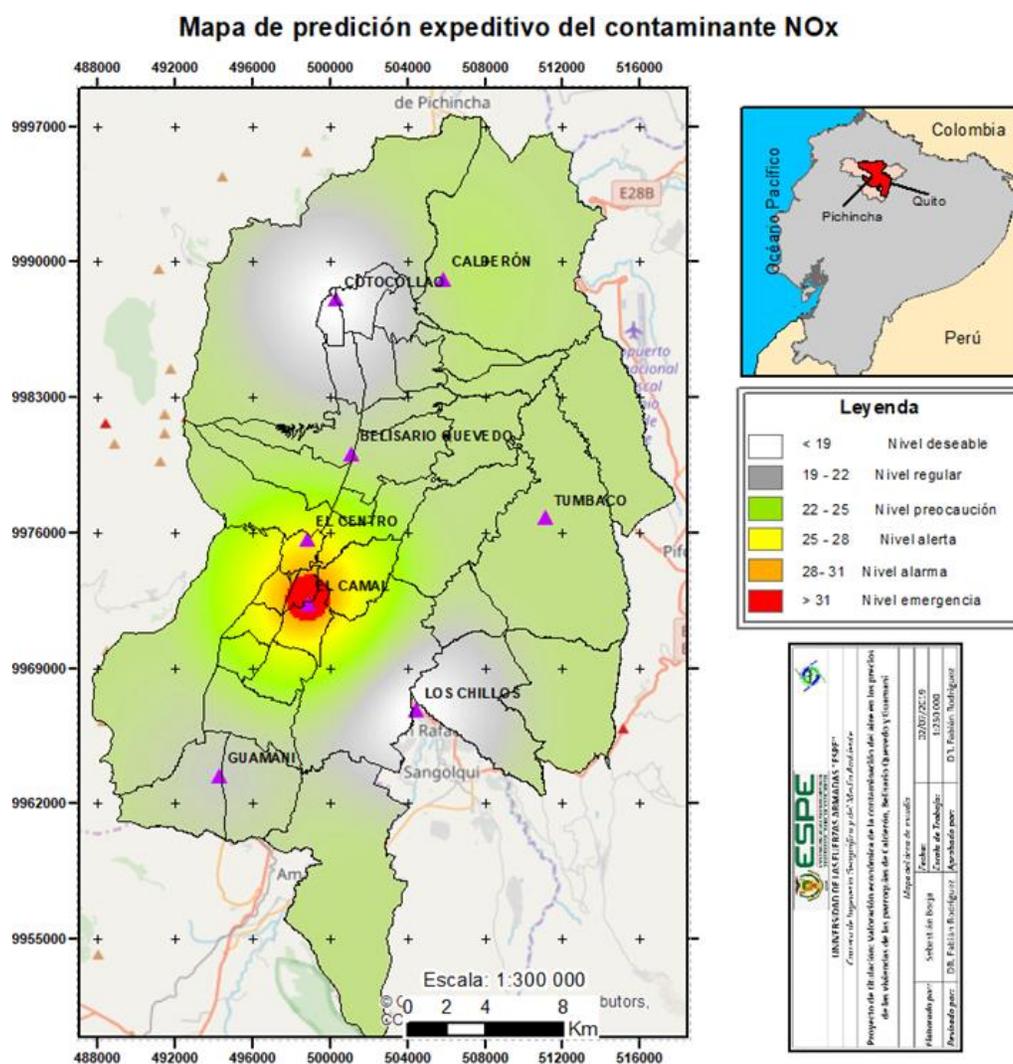


Figura 38. Mapa de predicción del contaminante NOx

Por lo tanto, en base a lo expuesto, al observar las Figura 39 se puede apreciar que para las inmediaciones de la estación El Camal se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de las estaciones de Calderón, Guamaní, Cotocollao, Tumbaco y Belisario Quevedo poseen el nivel de deseable, asimismo, para las afueras de la estaciones de El centro y Los Chillos cuentan entre niveles de alerta y precaución. Cabe que recalcar que tanto para la normativa nacional las concentraciones de SO₂ no superan el límite anual establecido.

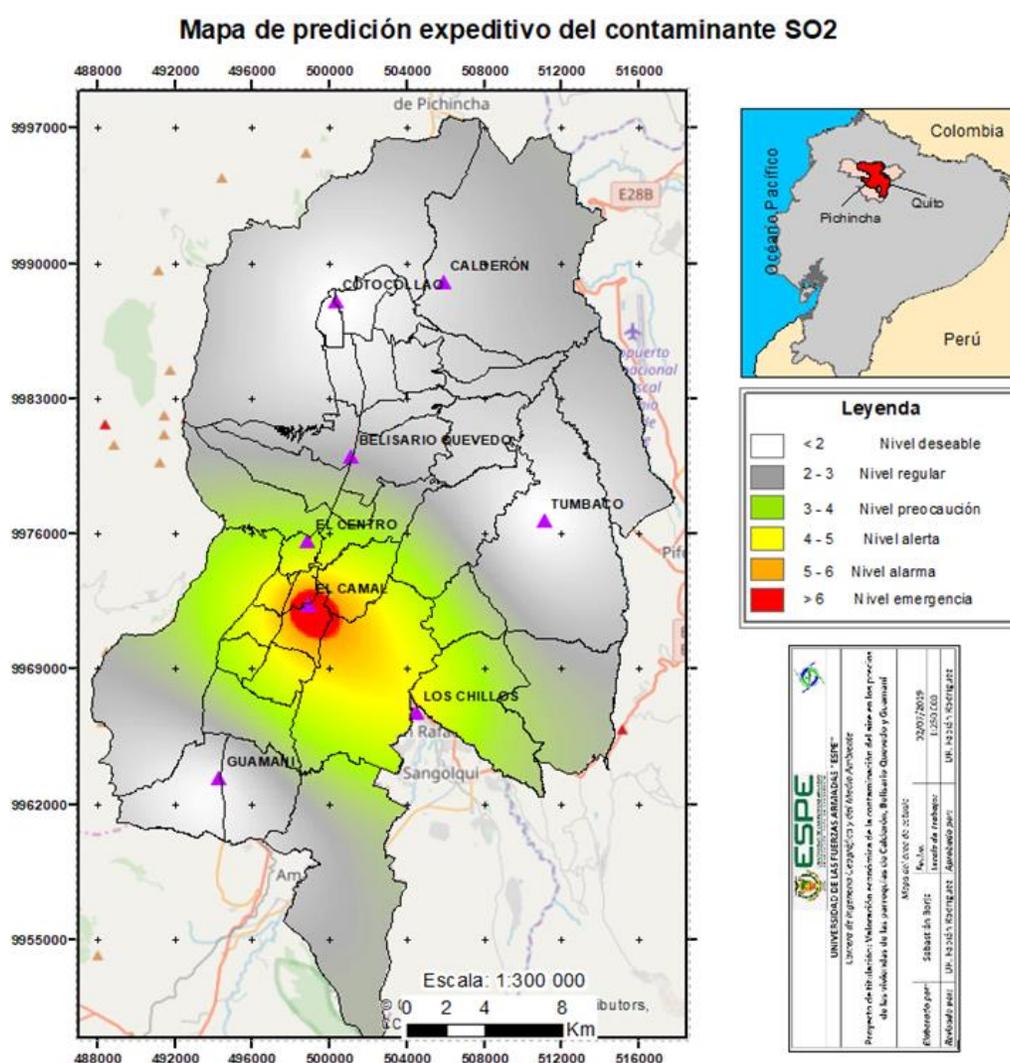


Figura 39. Mapa de predicción del contaminante SO₂

4.7. Políticas públicas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)

Sin duda, el DMQ es pionera en implementar políticas públicas que puedan identificar, evaluar y mitigar los problemas medioambientales que sucede en una urbe. De ahí que, en este apartado se desarrollará aquellas políticas ambientales que en los últimos años el municipio ha venido ejecutando, con el propósito de levantar una línea base y saber cuál es la situación de la ciudad en cuanto a las estrategias para disminuir la contaminación del aire.

4.7.1. Normativa ambiental en el DMQ

Antes de optar por cualquier medida ya sea para controlar o mitigar a los diferentes problemas ambientales que pueda tener una urbe, es tener un marco legal en cual se puedan basar las autoridades reguladoras para establecer ciertas leyes, normas y estándares, que permitan convivir de forma sustentable el ser humano con la naturaleza.

Así pues, en 1994 se estableció la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente por parte del municipio de Quito. Hay que mencionar que dicha dirección actualmente es la Secretaria de Ambiente (Secretaria de Ambiente, 2019). Asimismo, 9 años después en el 2003 se crea el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), que actualmente se denomina Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA). Esta herramienta jurídica establece límites máximos permisibles para la concentración de gases nocivos en el aire, así como, la metodología para su medición periódica. Cabe recalcar que este texto es de aplicación no solo para Quito sino a nivel nacional (TULSMA, 2017).

En suma, la creación de instituciones junto con un marco legal hace posible que existe un orden en nuestra sociedad ya que los habitantes tienen claro cuando una actividad está fuera de ley y por ende una posible afectación al medioambiente.

4.7.2. Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ)

El DMQ cuenta desde hace 17 años (2002) con una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, que permite obtener información libre, oportuna y de calidad para la toma de decisiones por parte del gobierno (Secretaría de Ambiente, 2018). La REMMAQ cumple con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (US-EPA) y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Está compuesta por 9 estaciones que están monitoreando constantemente las diferentes concentraciones de los contaminantes del aire, así como, variables de índole meteorológicas y ruido ambiental.

Dichas estaciones están ubicadas a lo largo de la urbe quiteña en Carapungo, Cotocollao, Jipijapa, Belisario, El Camal, Centro, Guamaní, Tumbaco y Los Chillos. (Secretaría de Ambiente, 2018). En síntesis, el DMQ es el único a nivel del país que cuenta con una política de monitoreo ambiental. Esta implementación hace que la urbe tenga en cierta medida un inventario de los gases y material particulado que por las diferentes actividades ya sea vehicular, industrial, etc. son generados. Es decir, el contar con una red de monitoreo es un primer paso para disminuir la contaminación atmosférica.

4.7.3. Revisión técnica vehicular (RTV)

La revisión técnica vehicular fue creada en el año 1993 en la urbe quiteña. Esta iniciativa tiene el propósito de hacer una revisión mecánica y de emisiones contaminantes a todos los vehículos de la ciudad, los mismos que deben cumplir ciertos estándares establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización para poder aprobar dicha revisión y circular dentro del DMQ (Jaramillo, 2013).

Cabe recalcar la revisión es de manera obligatoria y su periodicidad para los vehículos particulares es cada año, mientras que, para los uso intensivo (Buses, taxis, furgonetas, etc.) la medida es cada 6 meses (EcuadorLegalOnline, 2015). Según la Secretaria de Ambiente (2016) en el informe anual de calidad del aire indica que esta medida ha contribuido a la reducción de las emisiones de gases contaminantes y material particulado. Asimismo, menciona que el monóxido de carbono se redujo en un 17% a partir del primer año de esta medida. Por consiguiente, la RTV viene siendo una política ambiental que ha servido de mucho para la disminución de la contaminación ambiental de la urbe de Quito, pero que sigue siendo una medida que le falta madurar para tener una asertividad mayor.

4.7.4. Plan de renovación vehicular RENOVA

El programa RENOVA se implementó por parte del gobierno central con el objetivo de renovar el parque automotor del servicio de transporte público y comercial que haya cumplido su ciclo de servicio útil. Esto se lo realizó a través de una chatarrización del vehículo viejo que a cambio el gobierno nacional entregaba un incentivo económico para poder adquirir un automóvil nuevo y precio preferencial (ANT, 2013). Con esta medida el gobierno central tiene como propósito reducir los gases contaminantes, consumo de combustible, así como, seguridad, confortabilidad y renovación de flota (MTOPI, 2016).

Según el ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPI) citado por (Jaramillo, 2013) indica que durante el periodo 2008-2011 se han chatarrizado alrededor de 10 000 automotores entre los cuales consta taxis, buses y vehículos de carga. Asimismo, Jaramillo en su estudio menciona que un taxi promedio emite cerca de 1 500 kg de CO al año, mientras que, un taxi nuevo emite solo 68 kg.

Igualmente, un bus de transporte urbano promedio emite alrededor de 110 kg de PM10, mientras que, un bus nuevo emite 43 kg. Dado que, la aplicación de este mecanismo ha beneficiado no solo en reducir los gases contaminantes sino que ha mejorado la confortabilidad y el servicio por parte del transporte público, se constituyó como una política eficaz y digna de ser fortalecida y mejorada.

4.7.5. Pico y Placa

Es una medida que restringe la circulación vehicular por las calles en una determinada zona, hora específica y día a la semana. Esta prohibición se base en el último dígito de la placa del automóvil y solo aplica a vehículos de uso propio y no de uso masivo. La violación a esta disposición puede acarrear graves sanciones económicas e incluso a la detección del medio de transporte durante ese día (Jaramillo, 2013). Esta medida tuvo el objetivo de cambiar la forma de transportarse del ciudadano quiteño al menos una día a la semana, así como, mejorar la movilidad dentro de la urbe y mejorar la calidad del medio ambiente (El Consejo metropolitano de Quito, 2010).

La disposición del Pico y Placa se obtuvo resultados favorables. Así lo demuestra un estudio realizado por Celi et al. (2016), en la que indica que la circulación vehicular de uso propio disminuyó un 12%, de igual manera, para el transporte pesado y motocicletas se redujo en un 17%. Por otra parte, con respecto a la contaminación ambiental hubo una reducción positiva ya que el CO₂ se redujo 0.16 mg/m³ y 0.07 mg/m³ en promedio por la mañana y tarde respectivamente. Por lo tanto, esta alternativa ha mejorado bastante en cuanto su movilidad, en la cultura de la ciudadanía al tener otras opciones de transporte limpio y por su puesto la disminución de aire contaminado de la urbe.

4.7.6. Redes de ciclovía, ciclopaseo y BiciQ

El Municipio de Quito en los últimos años ha incentivado el uso de la bicicleta como una medida alternativa de transporte limpio, mediante una serie de rutas situadas a lo largo de la ciudad, que posee un uso exclusivo por parte de los ciclistas que quieran movilizarse por este medio. Una de ellas es la red de ciclovía que fue parte del Plan Maestro del Transporte (PMT), cuyo propósito fue el de reducir el tráfico vehicular y así mejorar la movilidad de la urbe quiteña. Esta medida tiene a disposición más de 60 kilómetros de ciclovía que están distribuidas desde el sur, centro y norte de Quito.

Dentro de la ciclovía una de las más importantes es la ruta universitaria que interconecta a las universidades Central, Católica, Salesiana y Politécnica Nacional. Además, existen clicovías recreativas que se encuentran en los diferentes parques emblemáticos de la ciudad como: El Ejido, Alameda, Carolina, Itchimbía, Guanguiltagüa, Bicentenario, El Chaquiñan y Lineal (Caizaluisa, 2016). Por otro lado, existe el ciclopaseo que fue puesto en marcha en el año 2003 por iniciativa de un grupo llamado Ciclopolis conjuntamente en colaboración con el municipio de Quito crearon un ruta de 30km que comienza en el sur de Quito a la altura del hospital Padre Carolo y termina en el norte de Quito a la altura del parque de Los Recuerdos. Esta ruta está disponible solo los días domingos de 8 am a 2 pm y solo es exclusivo para bicicletas y transeúntes (Caizaluisa, 2016).

Paralelamente, se creó la bicicleta pública de Quito (BiciQ), que es un sistema de alquiler que está conformado por 425 bicicletas en 25 estaciones que están ubicadas a lo largo de la ciudad. El ciudadano puede acceder y alquilar la bicicleta en cualquier estación y puede utilizar durante 45 min antes de ser entregada a la nueva estación (Jaramillo, 2013). En suma, estas tres iniciativas han fomentado en la ciudadanía a utilizar un medio de transporte diferente al de siempre (vehículos) y

que contribuye al mejoramiento tanto de la movilidad de la urbe como en la disminución de la contaminación atmosférica, constituyéndose una medida acertada y eficiente.

4.7.7. Proyectos de transporte de uso masivo (Trolebús, Ecovía y Metro)

El municipio de Quito ha venido desarrollando proyectos referente al transporte de uso masivo con el objetivo de mejorar la movilidad de la ciudad junto con la disminución de la polución del aire. En los últimos años, el cabildo ha creado 3 proyectos que ha contribuido enormemente a la urbe quiteña.

Uno de ellos es el Trolebús, este proyecto entro en funcionamiento el 17 de Diciembre de 1995 y es considerado como un hito histórico ya que fue el primer servicio de transporte público en cubrir aquellas zonas donde otros sistemas no llegaban aún, además favoreció a las grandes masas de la ciudad al conectar por primera vez el sur con el norte. El sistema de Trolebús comenzó con 39 paradas y 54 unidades que funcionan a electricidad y a diésel, siendo la electricidad como su primera opción para circular por las calles de la urbe a través de un cableado que fue puesto para que sea fuente de electricidad (Caizaluisa, 2016).

Según la Coordinación General de Transito citado por (Caizaluisa, 2016) indica que gracias a la implementación de este proyecto, para el año 2010, la ciudad ahorro cerca de los 60 000 toneladas de contaminantes. Así pues, constituyéndose una medida oportuna y asertiva no solo para mejorar los tiempos de viaje sino la conservación del medioambiente de la ciudad.

Por otro lado, el proyecto de Ecovía fue una medida similar al del Trolebús. Esta fue inaugurada en al año 2001 el tramo norte y para el año 2011 el tramo sur. Igualmente, el Ecovía se convirtió en el segundo sistema de transporte masivo de la ciudad. Al igual que el Trolebús cuenta con carriles exclusivos para estos vehículos articulados con la diferencia de que este último no funciona

con electricidad sino exclusivamente a diésel. Asimismo, cuenta con 51 paradas a lo largo de su recorrido, posee dos grandes estaciones la Rio Coca al norte de la capital y el Playón al sur (Caizaluisa, 2016).

La Unidad de Planificación y Gestión de Transporte citado por Caizaluisa (2016) menciona que con el programa del Ecovía se disminuyó 729 toneladas de contaminantes, 430 toneladas de CO₂, 110 toneladas de NO₂, 146 toneladas de hidrocarburos y 63 decibelios en promedio de vibraciones. De ahí que, este proyecto al igual que el Trolebús ha favorecido en gran medida a la urbe quiteña.

Por último y no menos importante el actual proyecto en ejecución el Metro de Quito. Este ambicioso proyecto unirá la ciudadela Quitumbe (sur de Quito) con el sector de El Labrador (norte de Quito). El sistema de transporte contará con 15 estaciones durante todo el trayecto. Además, se esperada una demanda de 377 000 pasajeros por día en el 2016 y hasta 500 000 pasajeros al día para el año 2030. Cabe recalcar que la implementación de este programa el tiempo de viaje de extremo a extremo será aproximadamente de 34 min, dando una mayor confortabilidad a los pasajeros y evitando el caótico congestionamiento de las calles de Quito (Jaramillo, 2013).

En síntesis, estas alternativas de transporte de uso masivo que se han y se sigue implementado dentro de la ciudad, es una medida muy oportuna por parte del cabildo ya que cifras así lo demuestran al reducir las emisiones contaminantes, incentivando a utilizar los transportes de uso público y no privado y mejorando la movilidad y ahorro de tiempo de viaje.

4.8. Fortalecimiento y nuevas propuestas de políticas ambientales en DMQ

En este apartado se desarrollará por parte del autor nuevas estrategias que servirán de mucho para el fortalecimiento de aquellas medidas que se han venido implementando en la ciudad, así

como, nuevas propuestas en pro de enfrentar la problemática ambiental que no solo afecta a la ciudad de Quito sino al país y al mundo.

4.8.1. Estrategia Cero

Esta estrategia es la más importante ya que sin ella la mayoría de propuestas a pesar de ser muy buenas al momento de pasar de la teoría a la práctica se tiene pocos resultados favorables. Es por ello que se ha puesto con el numeral cero, porque es el primer paso que toda sociedad deberá comprender y tomar acción para obtener un resultado positivo.

En este sentido, la estrategia a proponer es la educación ambiental y el cambio de mentalidad de las personas, entendiéndose que si se quiere cambiar la situación actual que viva el DMQ el único responsable es y será el ciudadano y que el gobierno central y las municipalidades son simplemente facilitadores e intermediarios para lograr un fin. Para el logro de esta estrategia se puede implementar seminarios, charlas y campañas de sensibilización frente a los posibles problemas ambientales que puede ocasionar a la salud y a la economía del país. Asimismo, crear una asignatura de educación ambiental a nivel de primaria y secundaria para concientizar a la niñez y juventud los beneficios que se puede tener con un aire limpio.

4.8.2. Estrategia Uno

Esta propuesta es la segunda más importante de todas las estrategias a desarrollar en este documento, ya que se piensa mucho en el ciudadano, empresas públicas y privadas que son parte fundamental en la disminución de la contaminación aérea. Hay que mencionar que la psicología humana realiza en la mayoría de veces una acción o actividad por el hecho de tener una motivación de recibir o conseguir algo a cambio ya sea bienestar para él, remuneración económica o simplemente le gusta.

De ahí que, la estrategia a presentar se denomina QUITO COMPENSA, esto significa que aquella persona, empresa pública o privada que aporte en mejor la calidad del medioambiente con sus actividades diarias, el municipio de Quito junto con el gobierno central beneficiará con ayudas fiscales, bajas tasas de interés, préstamos oportunos y rápidos, exoneración de matrícula de sus vehículos, exención en los impuestos prediales y patentes municipales, etc. Durante el desarrollo de esta sección de implementación de estrategias, se enumerará algunas medidas que puedan optar los ciudadanos e industrias para participar en el plan Quito compensa.

4.8.3. Estrategia dos

Es de vital importancia dentro una urbe que exista una zonificación, pero no solo con fines administrativos o tributarios sino que también de índole ambiental que puede ayudar a las autoridades competentes a gestionar mejor su territorio y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

De manera que, la estrategia a formular es de identificar y plasmar en mapas aquellas zonas que se distingan por su grado de contaminación ambiental, con el propósito de ver de mejor manera la problemática ambiental que está sucediendo en las localidades. Esto serviría de mucho ya que se puede aplicar medidas más directas y eficaces en pro de solucionar aquellas circunstancias que solo está sucediendo en un punto específico. Una de las medidas que se pueden efectuar tras tener un mapa de contaminación ambiental, es el de prohibir a automotores de alta contaminación entrar en ciertos espacios que son considerados como zonas de elevada polución ambiental, asimismo, gracias al mapeo se pueden ver rutas alternativas para dichos vehículos y ahorrar costo de combustibles y tiempos de viaje. Además, las autoridades ambientales trabajarán de mejor manera en la normativa, al proponer leyes y ordenanzas más estrictas para ciertas áreas que otras.

4.8.4. Estrategia tres

El poseer una normativa ambiental clara, específica y transparente dentro de una sociedad, es de suma importancia, ya que permite al ciudadano, empresas públicas y privadas y a la naturaleza vivir en un espacio de armonía y sin atentar a la calidad del aire. Por consiguiente, la estrategia a exponer es fortalecer y modernizar el marco legal con respecto a la legislación ambiental. Cabe recalcar que el cambio fundamental que se pretende mediante esta estrategia es modernizar las leyes y cambiar el contexto de leyes impositivas a leyes compensativas. Es decir, se implementará normas, leyes y ordenanzas que tenga el propósito de compensar e incentivar al habitante por hacer medidas amigables al medioambiente.

Por ejemplo, una ordenanza que debería de formar parte del marco jurídico es dar facilidades fiscales aquellas personas que tienen jardín o un área verde dentro de su predio. Otra puede ser con respecto al sector inmobiliario dar reducciones de impuestos al crear zonas verdes y ciclovías que conecten a las ciclovías públicas dentro de sus conjuntos habitacionales. O con respecto al sector transportista al ayudar con la renovación de su parque automotor al estar pendiente de su automotor y que no emana en exceso gases contaminantes.

4.8.5. Estrategia cuatro

Si bien es muy importante el tener ideas muy buenas para combatir la contaminación del aire, pero lamentablemente en la mayoría de casos no se puede implementar y solo queda la buena intención de ayudar a la calidad del aire. La principal causa de no poder aplicar estas ideas es por la falta de recursos financieros que limitan drásticamente su implementación.

Por lo tanto, la estrategia a presentar es fomentar la inversión de capitales extranjeros, así como, la autogestión y autosuficiencia de los habitantes, empresas públicas y privadas que quieran ejecutar un proyecto ambiental en la urbe. Es decir, contactar a empresas privadas, instituciones financieras, ONGs, fundaciones y personas naturales que tengan entre sus objetivos la conservación del medioambiente para que aporten con su preparación y capital económico en la ciudad a cambio el gobierno nacional junto con las municipalidades se comprometerá a cumplir con las exigencias puestas por el inversor. Hay que enfatizar que la clave de esta estrategia es la autogestión y autosuficiencia para conseguir recursos propios sin esperar que el gobierno central lo proporcione.

Una de las medidas que puede atraer los capitales extranjeros es que el sector industrial se pongan metas individuales de reducción de emisiones semestrales o anuales y que mediante un automonitoreo generen reportes y sean entregados de forma voluntaria a la autoridad competente. O implementar políticas de energía limpia y eficiente, así como, plantearse la meta de la descarbonización industrial entre otras. Esto sin duda activará la economía y será factible de aplicarlo, ya que por una parte las industrias reducen el impacto ambiental y se pueden apegar a la estrategia de Quito compensa y por otro lado atrae a capital extranjero para que puedan aplicar las buenas prácticas ambientales.

4.8.6. Estrategia Quinta

Sin duda, el DMQ ha sido pionera en tomar acción frente a la contaminación del aire como se expuso en el apartado anterior. Frente a esto, se debe recalcar que no se puede dejar a un lado y más bien se debe aprender de los aciertos y errores que tuvo al aplicar las políticas ambientales. De ahí que, la estrategia a formular es el fortalecimiento y mejora de las medidas ambientales que se

ha aplicado en la urbe quiteña en los últimos años. Así pues, una medida muy acertada por parte del cabildo ha sido la Red de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ) que es el principal indicador de que una política ambiental este siendo aplicada exitosamente o no.

Frente a esto, una posible mejora es el renovar los diferentes equipos de medición, aumentar las estaciones de monitoreo en la ciudad y capacitar a los operarios e ingenieros para que la data levantada por los aparatos pasen por una depuración eficaz y sobre todo que se dé un valor agregado (simulaciones).

Por otra parte, otra medida ingeniosa fue el uso masivo de los transportes públicos, no obstante, se puede mejorar en la calidad de los combustibles para reducir el octanaje de la gasolina y diésel, aplicación de filtros de partículas en los automotores para controlar sus emisiones. Asimismo, volver aplicar el plan Renova para modernizar todas las flotas de transporte del sector público para tener vehículos de mayor capacidad de pasajeros, mayor confortabilidad, menor tiempo de viaje y sobre todo reducción de sus gases contaminantes. Paralelamente, implementar nuevas rutas que cubran a todo la ciudad, mejorar las señales de tránsito, poner nuevas estaciones de transferencia en puntos estratégicos y principalmente generar una coordinación entre todos los sistemas públicos para que los ciudadanos puedan optar por este medio y reemplazar por su automóvil personal.

4.8.7. Estrategia Sexta

Finalmente, tras ejecutar cualquier proyecto ambiental es de vital importancia evaluar cada cierto tiempo de cómo está avanzando aquella política medioambiental. Por esta razón, la última estrategia a proponer es realizar auditorías periódicas con el propósito de saber que está pasando con el nivel de contaminación del aire de la ciudad y si los resultados están siendo favorables y eficientes. Asimismo, hay que enfatizar que estas auditorías serán publicadas en una plataforma

online para garantizar su transparencia y sociabilización ante la comunidad nacional e internacional. Por otra parte, los habitantes afectados positivamente o negativamente podrán saber que está pasando y puedan tomar medidas de precaución frente al caso.

Una de las medidas que se puede aplicar es coordinar con las autoridades de la ANT y Secretaria de Ambiente realizar controles preventivos trimestrales dentro de la ciudad con el propósito de verificar su cumplimiento y sociabilización de las medidas expuestas por el municipio y principalmente levantar una base de datos tanto para aquellos ciudadanos, empresas públicas y privadas que cumplen o no la disposición, con lo que se podría prevenir drásticas sanciones por parte del cabildo y corregir oportunamente que está pasando con la estrategia propuesta.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El levantamiento de información con respecto a la variable física fue realizado en los meses de Marzo, Abril y Mayo del 2019, consiguiendo junto con las tres zonas de estudio un número total de 667 casas frente a 803 casas, representando así el 83% de la muestra ideal calculada. Sin embargo, tras hacer la depuración respectiva se obtuvo un total de 540 casas.
- Para el contaminante PM 2.5 en el año 2017 se obtuvieron para cada una de las estaciones de Calderón, Belisario Quevedo y Guamaní, los valores de 19,3 ug/m³, 15,92 ug/m³ y 18,93 ug/m³ respectivamente, obteniendo un superación de los límites fijados tanto para la normativa nacional como internacional, dando lugar a posibles problemas de salud en las localidades.
- Para el presente trabajo de titulación se utilizó el método de los precios hedónicos con la forma funcional logarítmica (Log-Log), para explicar la relación funcional entre el precio del bien inmueble y sus respectivas variables explicativas (físicas, sociales y ambientales).
- El modelo hedónico PM 2.5 significativo no tuvo problemas de multicolinealidad, tras pasar la prueba del indicador del factor de inflación de la varianza (VIF) y tras no superar en un 95% de su totalidad de los valores de la matriz de correlación el valor de 0,80.
- El modelo hedónico PM 2.5 significativo tuvo problemas de heteroscedasticidad tras no pasar la prueba de Breusch-Pagan-Godfrey y White y se aplicó las varianzas y errores estándar consistentes con heteroscedasticidad de White para corregir este problema.

- Tras correr el modelo econométrico en el programa EViews 10 para cada contaminante (PM2.5, SO₂, CO, O₃, NO_x) y obtener el modelo hedónico PM 2.5 significativo y corregido, se obtuvo que solo el contaminante PM2.5 fue estadísticamente significativo al 95% con un coeficiente de determinación de -2,6186. Esto quiere decir que, si la contaminación, medida a partir del material particulado 2.5 aumenta en un 1%, el precio del bien inmueble disminuye en un 2.62 %.
- Sola las variables: área de construcción, antigüedad, área del terreno, baños mercados/ferias, centros de salud, número de habitaciones y jardín, explicaron correctamente a la variable dependiente precio al ser estadísticamente significativo a partir del 90%. Con un coeficiente de determinación de 0,5028; -0,0226; 0,2524; 0,2359; -0,0594; 0,0632; 0,0985; 0,0058 respectivamente.
- La contaminación atmosférica del contaminante PM2.5 dentro de la urbe quiteña se encuentra en niveles preocupantes, por ejemplo para las inmediaciones de la estación El Camal se encuentra en niveles de emergencia, mientras que, para los alrededores de las estaciones de Calderón, Guamaní y El Centro poseen niveles entre alerta y alarma, asimismo, para las afueras de la estación de Cotocollao cuenta con un nivel de precaución y finalmente para los entornos de las estaciones de Tumbaco y Los Chillos se encuentran entre los niveles deseable y regular.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que los trabajos para obtener el título de pregrado tanto publicados como por publicar sean socializados ante la comunidad universitaria, mediante charlas, seminarios, video conferencias, entre otras, con el propósito de que haya una continuación

en los temas tratados por parte del alumnado, así como, por parte de las autoridades competentes para aplicar en la vida real y poder solucionar los problemas que concierne a cada uno de los trabajos.

- Se recomienda que se haga una continuación de este presente trabajo con las demás estaciones de monitorea atmosférico que están disponibles por parte de la Secretaria de Ambiente y distribuidas a lo largo de la urbe quiteña, con el objetivo de hacer un mejor análisis de la posible afectación de la contaminación del aire en los precios de los bienes inmuebles del DMQ.
- Se recomienda que las propuestas planteadas en este presente trabajo de titulación lleguen a manos de las autoridades municipales para que sean implementadas con el fin de mejorar la calidad del aire y así evitar las posibles consecuencias tanto en el ámbito de la salud, de la economía del país y para el sector inmobiliario.
- Se recomienda que estas temáticas de valoración económica ambiental se estudien más a profundidad ya que el tener un inventario de los recursos naturales dentro de un país, ayuda a las autoridades ambientales y políticas a implementar mejores programas, proyectos y políticas en pro de conseguir un desarrollo económico junto con la parte social y ambiental.
- Se recomienda que se utilice modelamientos más precisos que incluyan las variables meteorológicas y topográficas como insumo para poder modelar la contaminación atmosférica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Nacional de Medicina de México. (02 de 2003). *Efectos de la contaminación atmosférica en la salud y su importancia en la ciudad de México*. Recuperado el 11 de 03 de 2019, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2003/gm031h.pdf>
- Ambrogi, R. (2010). *Economía ambiental I*. Recuperado el 24 de 06 de 2019, de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua: <http://pridca.csuca.org/images/Noticias/A3/Libro---Economia-Ambiental.pdf>
- Andes. (22 de 02 de 2014). *Quito, la nueva capital económica de Ecuador*. Recuperado el 13 de 02 de 2019, de <https://www.americaeconomia.com/economia-mercados/quito-la-nueva-capital-economica-de-ecuador>
- ANT. (2013). *Qué es el plan Renova?* Recuperado el 15 de 06 de 2019, de <https://www.ant.gob.ec/index.php/home-2/14-servicios/plan-renova/13-que-es-plan-renova#.XQzikYj0IPY>
- ATSDR. (06 de 2012). *Resumen de salud pública*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de Monóxido de Carbono: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.pdf
- ATSDR. (06 de 05 de 2016). *Óxidos de nitrógeno*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de Monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html
- Bolaños, P., & Chacón, C. (03 de 2017). *Intoxicación por monóxido de carbono*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100137
- Caizaluisa, D. (01 de 2016). *La contaminación del aire por emisión de gases tóxicos vulnera el derecho al buen vivir*. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de Caso de estudio DMQ-dos puentes: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5967/1/T-UCE-0013-Ab-088.pdf>
- Calderon, G. (10 de 2012). *Precios hedónicos para vivienda nueva en la ciudad de Tunja*. Recuperado el 26 de 02 de 2019, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9893/1/Hedonicos%20para%20tunja.pdf>
- Carnicer, J. (2007). *Contaminación atmosférica. Contaminación Ambiental*. Recuperado el 09 de 04 de 2019, de <https://www.eoi.es/es/file/18607/download?token=DQeBhR8t>

- Carvajal , F. (11 de 2015). *Contabilidad Ambiental. Elaboración de la cuenta económica de las emisiones al aire generadas por fuentes móviles en el Ecuador. Periodo 2007-2012*. Recuperado el 10 de 02 de 2019, de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10486/Disertacion%20de%20Grado_Franco%20Carvajal_10%20dic%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castillon, P. (2011). *Política económica: crecimiento económico, desarrollo económico, desarrollo sostenible*. Recuperado el 25 de 06 de 2019, de <http://www.revistainternacionaldelmundoeconomicoydelderecho.net/wp-content/uploads/RIMED-Pol%C3%ADtica-econ%C3%B3mica.pdf>
- Chango, C. (2017). *La contaminación ambiental y sus efectos*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8371/1/UDLA-EC-TLIAD-2017-02.pdf>
- CORPAIRE. (03 de 2004). *Indice quiteño de calidad del aire*. Recuperado el 29 de 06 de 2019, de IQCA: <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/fulltext/IQCA.pdf>
- Cristeche, E., & Penna, J. (01 de 2008). *Metodos de valoración económica de los servicios ambientales*. Recuperado el 20 de 06 de 2019, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-metodos_doc_03.pdf
- Cutillas, E. (14 de 10 de 2011). *Efectos y relaciones del consumo de energía primaria en el desarrollo humano de los países industrializados y emergentes*. Recuperado el 5 de 07 de 2019, de Universidad de Alicante. Departamento de Geografía Humana: <http://www.usc.es/revistas/index.php/rips/article/download/102/83>
- EcuadorLegalOnline. (18 de 12 de 2015). *Revision técnica vehicular*. Recuperado el 19 de 06 de 2019, de <http://www.ecuadorlegalonline.com/>
- El Consejo metropolitano de Quito. (2010). *Ordenza metropolitana*. Recuperado el 05 de 05 de 2019, de Numero 0305: <http://www.amt.gob.ec/files/AMT-ORDM-305-CIRCULACION-VEHICULAR-PICO-Y-PLACA.pdf>
- Falconí, F. (11 de 2002). *Economía y desarrollo sostenible. Matrimonio feliz o divorcio anunciado? Caso Ecuador*. Recuperado el 23 de 06 de 2019, de http://www.flacso.org.ec/docs/Petroleo_desar.pdf
- Foladori, G., & Pierri, N. (2005). *Sustentabilidad?. Desacuerdo sobre el desarrollo sustentable*. Recuperado el 09 de 06 de 2019, de <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/desacuerdos-sobre-el-desarrollo-sustentable.pdf>

- Garcés, A. (2018). *La valoración ambiental y los precios del sector inmobiliario de la ciudad de Ambato*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28668/1/T4352i.pdf>
- García, S. (2013). *Impacto ambiental. El planeta herido*. Recuperado el 02 de 06 de 2019, de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448167155.pdf>
- Garrido, A., & Camargo, Y. (10 de 2012). *Partículas respirables en el aire. Generalidades y monitoreo en latinoamerica*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4869009.pdf>
- Gómez, C. (2011). *Crecimiento económico, consumo de energía y emisiones contaminantes en la economía mexicana*. Recuperado el 05 de 07 de 2019, de Departamento de Economía y Finanzas. Universidad de Guanajuato, México: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-09/4.pdf>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Recuperado el 23 de 05 de 2019, de https://scalleruizunp.files.wordpress.com/2015/04/econometria_-_damodar_n_gujarati.pdf
- Hernández, M. G. (03 de 10 de 2012). *Ruido del tráfico y precios hedónicos de los inmuebles residenciales en el Municipio Chacao del Área Metropolitana de Caracas*. Recuperado el 26 de 05 de 2019, de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS4269.pdf>
- Herrera, V. (2010). *Guía metodológica para la valoración económica ambiental*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de Aplicación a proyectos de Energía, Minería, Metálica y Urbanismo: http://www.up.ac.pa/ftp/2010/c_inveco/documentos/guiametodologicavictorherrera.pdf
- Illicachi, M. (2015). *La contaminación del medio ambiente provocado por los vehículos a motor por la emisión de monóxido de carbono y su incidencia en la salud de la población del centro histórico de Quito en el año 2014*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5849/1/T-UCE-0013-Ab-062.pdf>
- INEC. (9 de 12 de 2016). *El parque automotor de Ecuador creció 57% en cinco años*. Recuperado el 26 de 02 de 2019, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-parque-automotor-de-ecuador-crecio-57-en-cinco-anos/>
- Instituto Nacional de Ecología México. (2009). *Manual 3. Redes estaciones y equipo de medición de la calidad del aire*. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/3%20->

%20Redes,%20Estaciones%20y%20Equipos%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf

- Jaramillo, F. (08 de 2013). *Análisis económico de la contaminación del aire en el Ecuador. Estudio de caso del DMQ y políticas aplicadas y propuestas*. Recuperado el 19 de 03 de 2019, de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6841/2/TFLACSO-2013FPJP.pdf>
- La Chira, R. (07 de 2016). *Valoración económica y ambiental mediante el Método de los Precios Hedónicos. El caso del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo (ACRAMM), Lima, Perú*. Recuperado el 06 de 06 de 2019, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/89905/MEMORIA%20TFM.pdf>
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental*. Recuperado el 10 de 06 de 2019, de https://datospdf.com/download/economia-ambiental-_5a4c0ce6b7d7bcb74fde35c0_pdf
- Lacasaña, M., Agular, C., & Romieu, I. (15 de 02 de 1999). *Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <https://scielosp.org/pdf/spm/1999.v41n3/203-215>
- Loaiza, V. (10 de 2018). *Crecimiento económico y el uso de energía sustentable y no sustentable: un enfoque del caso ecuatoriano usando técnicas de cointegración*. Recuperado el 18 de 06 de 2019, de Revista Killkana Sociales.: <CrecimientoEconomicoYEIUseDeEnergiaSustentableYNoS-6584510.pdf>
- MAE. (10 de 09 de 2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Recuperado el 16 de 05 de 2019, de Codificación: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- MAE. (2010). *Plan nacional de la calidad de aire*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- MAE. (07 de 06 de 2011). *Norma de calidad del aire ambiente*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de Libro VI y anexo 4: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>
- MAE. (2019). *Controlar la contaminación ambiental contribuye a mejorar la calidad de vida de la población*. Recuperado el 16 de 03 de 2019, de Comunicaciones. Noticias: <http://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion/>

- Mardones, C. (11 de 2006). *Impacto de la percepción de la calidad del aire sobre el precio de las viviendas en Concepción- Talcahuano, Chile*. Recuperado el 13 de 05 de 2019, de Universidad de Chile: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cecon/v43n128/art04.pdf>
- MTOP. (2016). *Ficha informativa del proyecto 2016. Plan de renovación vehicular: Plan renova*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/LOTAIP_8_Plan-de-renovacion-vehicular-Plan-Renova.pdf
- Municipio de Quito. (2012). *Plan metropolitano de desarrollo 2012- 2022*. Recuperado el 26 de 05 de 2019, de http://www.quito.gob.ec/documents/Plan_Metropolitano_desarrollo_2012-2022.pdf
- OECD. (2016). *The Economic consequences of outdoor air pollution*. Recuperado el 24 de 03 de 2019, de https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution_9789264257474-en#page1
- OMS. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS. Material particulado, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre*. Recuperado el 21 de 06 de 2019, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=4BFFFF5C23A33722B155D70E7B330EED?sequence=1
- OMS. (02 de 05 de 2018). *Calidad del aire y salud*. Recuperado el 26 de 02 de 2019, de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo del milenio*. Recuperado el 27 de 05 de 2019, de Informe de 2015: https://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf
- OPS. (2018). *Contaminación del aire ambiental*. Recuperado el 16 de 03 de 2019, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es
- Osorio, A. R. (2002). *La economía de los recursos naturales: un asunto de límites y necesidades para la humanidad*. Recuperado el 13 de 06 de 2019, de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/download/2007/2011/>
- Oyarzún, M. (2010). *Contaminación aérea y sus efectos en la salud*. Recuperado el 09 de 05 de 2019, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>
- Pérez, F. (2016). *Medio ambiente, bienes ambientales y métodos de valoración*. Recuperado el 26 de 06 de 2019, de Equidad & Desarrollo:

https://www.academia.edu/37152432/Medio_ambiente_bienes_ambientales_y_m%C3%A9todos_de_valoraci%C3%B3n

- Quijano, A., & Orozco, J. (07 de 2005). *Monitoreo de material particulado-fracción respirable (pm2.5) en Pamplona-Colombia*. Recuperado el 16 de 06 de 2019, de <http://www.redalyc.org/html/903/90330201/index.html>
- Quito Informa. (03 de 01 de 2019). *El impuesto predial de 2019 no tiene incremento*. Recuperado el 22 de 03 de 2019, de <http://www.quitoinforma.gob.ec/2019/01/03/impuesto-predial-de-2019-no-tiene-incremento/>
- Romero, M., Olite, F., & Álvarez, M. (2006). *La contaminación del aire. Su repercusión como problema de salud*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>
- Sangoluisa, M. (05 de 2018). *Valoración económica de la contaminación del aire. Caso de las parroquias Belisario Queveo y Cotacollao del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado el 15 de 02 de 2019, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15096/TESIS%20MISHAEL%20ANGOLUISA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Secretaría de Ambiente. (05 de 2018). *Informe de calidad del aire 2017*. Recuperado el 30 de 03 de 2019, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes#%C3%ADndice-quite%C3%B1o-de-la-calidad-del-aire>
- Secretaría de Ambiente. (31 de 05 de 2018). *Informe de la calidad del aire del Distrito Metropolitano Quito 2017*. Recuperado el 29 de 05 de 2019, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes#informe-calidad-del-aire-2017>
- Secretaría de Ambiente. (2019). *Historia de la secretaria de ambiente*. Recuperado el 19 de 05 de 2019, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/la-secretaria>
- Secretaría de Ambiente. (2019). *Red de Monitoreo Atmosférico*. Recuperado el 05 de 03 de 2019, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/belisario>
- Stiglitz, J. (2000). *La economía del sector público*. Recuperado el 26 de 06 de 2019, de 3 edición: http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/0_Gestion/Economia_Sector_Publico-Stiglitz_J-2000.pdf
- Tapia, P. (09 de 2013). *Efectividad económica y ambiental de la exoneración de impuestos y aranceles para los vehículos híbridos*. Recuperado el 06 de 06 de 2019, de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6094/T-PUCE-6331.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, Á. (09 de 02 de 2006). *Contaminación por monóxido de carbono: un Problema de Salud Ambiental*. Recuperado el 26 de 05 de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v8n1/v8n1a10.pdf>
- TULSMA. (29 de 03 de 2017). *Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente*. Recuperado el 13 de 05 de 2019, de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/01NOR2003-TULSMA.pdf>
- Union of Concerned Scientists of EEUU. (2011). *El Ozono y su salud*. Recuperado el 19 de 06 de 2019, de https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global_warming/climate-change-ozone-spanish-factsheet.pdf
- Vidaurre, R. (2009). *El impacto de la contaminación del aire en el precio de las viviendas de la ciudad de la Paz, Bolivia*. Recuperado el 29 de 04 de 2019, de <https://www.inesad.edu.bo/bcde2009/B1%20Vidaurre.pdf>
- Villavicencio, J., & Romero, B. (2004). *Determinantes de los precios para las viviendas nuevas en el sector de Samborombón. Un análisis econométrico basado en la metodología Hedónica*. Recuperado el 19 de 05 de 2019, de https://www.academia.edu/7170670/ESCUELA_SUPERIOR_POLITICA_CNICA_DEL_LITORAL_INSTITUTO_DE_CIENCIAS_HUMANAS_Y_ECONOMICAS_ECONOMICA_ESPECIALIZACION_GESTION_PUBLICA
- Zorrilla, A. (2012). *Aplicación de la metodología de precios hedónicos para la valoración ambiental de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Bogotá*. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/690/Aplicacion%20de%20la%20metodologia%20de%20precios%20hedonicos%20para%20la%20valoracion%20ambiental%20de%20las%20areas%20verdes%20urbanas%20en%20la%20ciudad%20de%20Bogota.pdf?sequence=1&isAllowed=y>