



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DEL RECURSO AIRE
EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: JACKELINE STEPHANIE BERMEO STERLING

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS GONZÁLEZ GARCÍA, Ph.D.

Riobamba – Ecuador

2022

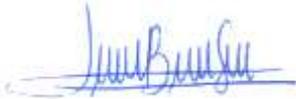
©2022, Jackeline Stephanie Bermeo Sterling

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JACKELINE STEPHANIE BERMEO STERLING, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de abril del 2022

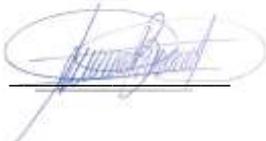


Jackeline Stephanie Bermeo Sterling

210062897-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, **VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DEL RECURSO AIRE EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA**, realizado por la señorita: **JACKELINE STEPHANIE BERMEO STERLING**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Sofía Carolina Godoy Ponce, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-11
Ing. Juan Carlos González García, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-11
Ing. Andrés Agustín Beltrán Dávalos, MSc. MIEMBRO DE TRIBUNAL		2022-04-11

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por guiarme en cada paso que doy y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Mario y Delia quienes con su infinito amor y esfuerzo me han ayudado a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de perseverancia y resiliencia, en especial a mi padre Mario para quien este es un logro muy especial. A mi hermana Gabriela y mi primo Daniel por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento me dieron las fuerzas necesarias para continuar y de una u otra forma siempre están conmigo en cada momento. Finalmente quiero dedicar este humilde trabajo a mis abuelos José y Carmen, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, durante toda mi vida, este logro personal va dedicado a todos ustedes.

Jackeline

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito cada una de mis metas propuestas.

El más sincero agradecimiento a todas las autoridades y personal que conforman la Coordinación de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su institución.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por acogerme y formarme como profesional, especialmente a la Escuela de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Ambiental, a sus docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia y dedicación.

De igual manera quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al PhD. Juan Carlos González García, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y apoyo permitió el desarrollo de este trabajo.

A mis padres y abuelos por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Finalmente, gracias de corazón a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron durante toda mi etapa universitaria, mi gratitud eterna para cada uno de ustedes.

Jackeline

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Calidad del aire.....	6
1.2.1. Calidad del aire como indicador social	6
1.2.2. Contaminación atmosférica	7
1.2.3. Principales compuestos tóxicos generadores de contaminación atmosférica.....	7
1.2.3.1. Material particulado.....	8
1.2.3.2. Óxido de azufre.....	8
1.2.3.3. Óxidos de nitrógeno.....	9
1.2.3.4. Monóxido de carbono	10
1.2.3.5. Compuestos orgánicos volátiles	10
1.2.3.6. Ácido sulfhídrico.....	11
1.3. Etapas para la valoración económica ambiental	11
1.3.1. El valor económico total (VET)	12
1.3.2. Valor de uso (VU).....	13
1.3.2.1. Valor de uso directo (VUD).....	13
1.3.2.2. Valor de uso indirecto (VUI)	14
1.3.3. Valor de no uso (VNU) o uso pasivo	14
1.3.3.1. Valor de opción (VO)	14
1.3.3.2. Valor de existencia (VE).....	14
1.3.3.3. Valor de legado (VL)	15
1.3.4. Métodos de valoración de los servicios ambientales	16
1.3.4.1. Métodos indirectos o de preferencias reveladas	16
1.3.4.2. Métodos directos o de preferencias declaradas	20
1.4. Beneficios asociados a la valoración económica ambiental.....	22

1.4.1.	<i>Beneficio ambiental</i>	22
1.4.2.	<i>Beneficios socioeconómicos</i>	23
1.5.	Marco Conceptual	23
1.5.1.	<i>Economía de los recursos naturales</i>	23
1.5.2.	<i>Diagnóstico Ambiental</i>	23
1.5.3.	<i>Valoración Económica Ambiental</i>	24
1.5.3.1.	<i>Enfoque económico ambiental</i>	24
1.5.3.2.	<i>Externalidades positivas</i>	25
1.5.3.3.	<i>Externalidades negativas</i>	25
1.5.4.	<i>Bienes y servicios ambientales</i>	25
1.5.4.1.	<i>Bien Ambiental</i>	25
1.5.4.2.	<i>Servicio ambiental</i>	26
1.6.	Marco legal	26
1.6.1.	<i>Normativa límites máximos y mínimos permisibles</i>	28

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	30
2.1.	Localización del estudio	30
2.2.	Tipo y diseño de la investigación	31
2.2.1.	<i>Por el tipo de investigación</i>	31
2.2.2.	<i>Por el diseño de investigación</i>	31
2.3.	Unidad de análisis	31
2.4.	Población de estudio	32
2.4.1.	<i>Criterios de establecimiento de la población de estudio</i>	32
2.4.2.	<i>Determinación de la población total de estudio</i>	32
2.5.	Tamaño de la muestra	32
2.6.	Método de muestreo	34
2.6.1.	<i>Selección de muestra- método estratificado</i>	34
2.6.2.	<i>Proceso de caracterización del área y población de estudio</i>	35
2.7.	Etapas de la investigación	36
2.7.1.	<i>Establecimiento de la línea base de calidad de aire</i>	36
2.7.2.	<i>Procedimiento para aplicación del método de valoración contingente</i>	37
2.7.2.1.	<i>Diseño del formulario</i>	37
2.7.2.2.	<i>Aplicación de la encuesta</i>	38
2.7.2.3.	<i>Procesamiento de las encuestas y elaboración de la base de datos</i>	39
2.7.2.4.	<i>Alfa de Cronbach</i>	40

2.7.2.5.	<i>Análisis estadístico descriptivo</i>	40
2.7.2.6.	<i>Determinación de la disposición a pagar</i>	41
2.7.2.7.	<i>Comparación de la disposición a pagar por estrato</i>	41

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1.	Línea base de calidad del aire del cantón Francisco de Orellana	42
3.1.1.	<i>Dióxido de Azufre</i>	42
3.1.2.	<i>Dióxido de nitrógeno</i>	46
3.1.3.	<i>Monóxido de Carbono</i>	49
3.1.4.	<i>Material Particulado</i>	51
3.1.5.	<i>Ácido sulfhídrico</i>	54
3.1.6.	<i>Compuestos orgánicos volátiles COVs</i>	56
3.2.	Aplicación del método de valoración contingente para la valoración económica ambiental del recurso aire del cantón francisco de orellana	59
3.2.1.	<i>Resultados de la aplicación de la encuesta</i>	59
3.2.1.1.	<i>Componente sociodemográfico y económico productivo</i>	59
3.2.1.2.	<i>Medio ambiente</i>	64
3.2.1.3.	<i>Conciencia ambiental y valoración económica de la calidad del aire</i>	67
3.2.2.	<i>Determinación de la disposición a pagar del cantón Francisco de Orellana</i>	73
3.2.2.1.	<i>Delimitación de los estratos</i>	73
3.2.2.2.	<i>Disposición anual a pagar estratificado</i>	75
3.2.2.3.	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	76
3.2.2.4.	<i>Comparaciones múltiples por el método de Fisher (LSD)</i>	77
3.2.2.5.	<i>Prueba de hipótesis</i>	78
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES	80
	GLOSARIO	81
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ejemplificación de los tipos de valor que integran el VET	16
Tabla 2-1:	Características de los métodos indirectos de valoración económica ambiental	19
Tabla 3-1:	Características de los métodos directos de valoración económica ambiental.....	21
Tabla 4-1:	Normativa actualizada en función al estudio propuesto	27
Tabla 5-1:	Valores máximos permisibles de contaminantes atmosféricos según la NECA ...	28
Tabla 6-1:	Valores máximos permisibles de contaminantes atmosféricos según la OMS.....	29
Tabla 1-2:	Estimación de estadísticas de fiabilidad de la encuesta.....	40
Tabla 1-3:	Emisiones acumuladas de dióxido de azufre del cantón Francisco de Orellana ...	44
Tabla 2-3:	Emisiones acumuladas de dióxido de nitrógeno del cantón Francisco de Orellana	47
Tabla 3-3:	Emisiones acumuladas de monóxido de carbono del cantón Francisco de Orellana	49
Tabla 4-3:	Emisiones acumuladas de material particulado del cantón Francisco de Orellana	52
Tabla 5-3:	Emisiones acumuladas de sulfuro de hidrogeno del cantón Francisco de Orellana	54
Tabla 6-3:	Emisiones acumuladas de compuestos orgánicos volátiles del cantón Francisco de Orellana.....	57
Tabla 7-3:	Estadísticos descriptivos de la variable disposición a pagar en unidades de dólar	76
Tabla 8-3:	Análisis de varianza del promedio de disposición a pagar por estrato	77
Tabla 9-3:	Prueba de rangos múltiples de Fisher	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Delimitación geopolítica del cantón Francisco de Orellana	30
Figura 2-2:	Tamaño de muestra de población finita con STATS 2.0	33
Figura 1-3:	Mapa estrato urbano Cantón Francisco de Orellana	73
Figura 2-3:	Mapa estrato urbano marginal Cantón Francisco de Orellana	74
Figura 3-3:	Mapa estrato rural Cantón Francisco de Orellana.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Subclasificación del valor económico total.....	13
Gráfico 1-3:	Dinámica (estación – año) del dióxido de azufre para el periodo 2011-2019... 45	45
Gráfico 2-3:	Dinámica (estación – año) del dióxido de nitrógeno para el periodo 2011-2019	48
Gráfico 3-3:	Dinámica (estación – año) del monóxido de carbono para el periodo 2011-2019	50
Gráfico 4-3:	Dinámica (estación – año) del material particulado para el periodo 2011-201953	
Gráfico 5-3:	Dinámica (estación – año) del sulfuro de hidrógeno para el periodo 2011-2019	56
Gráfico 6-3:	Dinámica de los compuestos orgánicos volátiles para el periodo 2011-2019 ...	58
Gráfico 7-3:	Porcentaje de género por estrato.....	59
Gráfico 8-3:	Porcentaje de edad por estrato.....	60
Gráfico 9-3:	Porcentaje de etnia por estrato.....	61
Gráfico 10-3:	Porcentaje de nivel académico por estrato	61
Gráfico 11-3:	Porcentaje de ocupación por estrato.....	62
Gráfico 12-3:	Porcentaje de ingresos mensuales familiares	63
Gráfico 13-3:	Porcentaje de gastos mensuales familiares.....	63
Gráfico 14-3:	Porcentaje de número de miembros por familia.....	64
Gráfico 15-3:	Porcentaje de percepción calidad del aire	65
Gráfico 16-3:	Porcentaje de problemáticas socioambientales	66
Gráfico 17-3:	Porcentaje de estudios de contaminación del aire	66
Gráfico 18-3:	Porcentaje de aporte estatal	67
Gráfico 19-3:	Porcentaje de actividades generadoras de contaminantes	68
Gráfico 20-3:	Porcentaje de percepción el que contamina paga	68
Gráfico 21-3:	Porcentaje de afinidad por las actividades al aire libre	69
Gráfico 22-3:	Porcentaje de conservación de la calidad Aire ambiente	69
Gráfico 23-3:	Porcentaje de la disposición a pagar-calidad del aire	70
Gráfico 24-3:	Porcentaje del valor dispuesto a pagar por la calidad de aire	71
Gráfico 25-3:	Porcentaje del método de pago.....	72
Gráfico 26-3:	Porcentaje institución encargada del cobro – calidad aire.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ENCUESTA APLICADA EN LOS 3 ESTRATOS DEL CANTÓN (PÁG 1/2)
- ANEXO B:** LIBRO DE CÓDIGOS PARA LA TABULACIÓN DE LA ENCUESTA
- ANEXO C:** MAPA DE DISPERSIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)
- ANEXO D:** MAPA DE DISPERSIÓN COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)
- ANEXO E:** MAPA DE DISPERSIÓN DIÓXIDO DE NITRÓGENO
- ANEXO F:** MAPA DE DISPERSIÓN ÁCIDO SULFÚRICO
- ANEXO G:** MAPA DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀)
- ANEXO H:** MAPA DE DISPERSIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE
- ANEXO I:** REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo efectuar la valoración económica ambiental del aire en el Cantón Francisco de Orellana empleando el método de valoración contingente. Para lo cual, se empezó estableciendo la línea base de calidad del aire, a partir de la información técnica del monitoreo de emisiones atmosféricas, proporcionada por el gobierno autónomo descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO), que documentó la concentración anual de seis contaminantes: material particulado (MP10), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles (COVs) y ácido sulfhídrico (H₂S), en 17 estaciones de monitoreo durante los años 2011 a 2019, a excepción de dos años (2016 y 2017) debido a complicaciones técnicas; para luego aplicar una encuesta de 21 ítems, a una muestra representativa que incluyó personas, mayores de edad y distribuidas en tres estratos: el urbano, urbano marginal y rural. De los cuatro contaminantes criterio, únicamente el CO cumple por completo con la NECA, el NO₂ y PM10 cumplen parcialmente y el SO₂ no cumple, mientras la información de la encuesta fue procesada, generando gráficas de barras cruzadas, y estimando el valor de disposición a pagar (DAP) individual de 0,9036; 1,6516 y 0,4847 dólares, para los estratos urbano, urbano marginal y rural, respectivamente, dando un DAP promedio de aproximadamente 1 dólar al año, por medio del análisis de varianza (ANOVA) se encontró que existe diferencia estadística significativa entre el DAP del estrato urbano marginal frente a los dos restantes. Concluyendo que 96,6 % de la población de estudio estuvo dispuesta a contribuir con valor anual por hogar de 1,00 dólar para la ejecución de monitoreos de control de la calidad del aire. Se recomienda repotenciar los monitoreos de emisiones y realizar estudios de valoración económica ambiental adicionales para reajustar el DAP.

Palabras clave: <VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL (VEA)>, <CALIDAD DEL AIRE>, <MÉTODO VALORACIÓN CONTINGENTE>, <DISPOSICIÓN A PAGAR (DAP)>, <LÍMITES PERMISIBLES>, <CIUDAD EL COCA>.

LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=EC, o=BANCO CENTRAL
DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD
DE CERTIFICACION DE
INFORMACION ECORCE,
#=QUITO,
serialNumber=0000021488,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2022.04.13 10:08:59
-05'00'

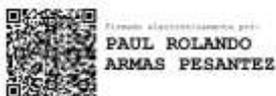


0675-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim of this research was to carry out an environmental economic valuation of the air in Francisco de Orellana County with the use of the contingent valuation method. So, it was necessary to establish the air quality baseline, using the technical information obtained from the monitoring of atmospheric emissions provided by the decentralized and autonomous government of Orellana Province (GADPO), which documented the annual concentration of six pollutants like: Particulate Matter (PM10), Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide (NO2), Sulfur Dioxide (SO2), Volatile Organic Compounds (VOCs) and Hydrogen Sulfide (H2S), in 17 monitoring stations from 2011 to 2019, except for 2016 and 2017 due to technical problems. Then, it was necessary to apply a 21- item survey for a representative sample including older people divided in three groups: urban, marginal / urban and rural. Of the four criteria pollutants, only CO fully complies NECA parameter, NO2 and PM10 partially complies and SO2 does not comply. Once the survey information was processed, it generated cross bar graphs, and estimated the individual willingness to pay (WTP) in 0.9036; 1.6516 and 0.4847 dollars, for the urban, marginal / urban and rural strata respectively and resulting in an average of approximately 1 dollar per year. By means of ANOVA variance analysis, it was possible to evidence a significant statistical difference between the WTP of the marginal / urban stratum in contrast with the other strata. It was concluded that 96.6% of the population considered are willing to contribute US\$1.00 a year per family for the implementation of air quality control monitoring. It is recommended to improve the emissions monitoring and carry out additional environmental and economic valuation studies to readjust the WTP.

Keywords: <ENVIRONMENTAL ECONOMIC VALUATION (EVA)>, <AIR QUALITY>, <CONTINGENT VALUATION METHOD>, <WILLINGNESS TO PAY (WTP)>, <PERMISSIBLE LIMITS>, <EL COCA CITY>.



INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Enunciado del problema

En la actualidad la calidad de los recursos naturales se ha visto en un constante declive, esto en gran parte por el avance de las actividades antrópicas que son las responsables de sustentar el desarrollo económico y social de un país, a su vez dichas actividades conllevan cuestiones tales como la pérdida de la apreciación de la calidad ambiental por parte de la población. En muchos de los casos ciertos sectores desconocen de los daños que lleva consigo la degradación de los recursos naturales, por lo cual, es necesario incluir este tipo de estudios de valoración económica que permitan comprender los fenómenos económicos, sociales y demográficos que influyen en tales perspectivas.

Las principales actividades económicas del cantón Francisco de Orellana son la industria petrolera, el transporte, el comercio, la ganadería y la agricultura, lo que lo ha convertido en un pilar fundamental en el desarrollo económico del país, sin embargo, estas actividades acarrear problemas de contaminación sobre todo en el recurso aire que a medida que el pasa el tiempo se ha venido recrudeciendo, lo que ha desembocado en problemas de salud tales como enfermedades a nivel cardio respiratorio como asma, bronquitis entre otros y degradación medioambiental fomentando la polución de los ecosistemas.

En cuanto a estudios de valoración económica ambiental en el cantón Francisco de Orellana, estos no han sido realizados lo que supone que gran parte de la población desconoce que la valoración ambiental puede servir de guía para políticas públicas. La aplicación de impuestos, la asignación de subsidios o la decisión de gastar en conservación de recursos o de mitigación del impacto ambiental requiere de una adecuada valorización de los costos y beneficios ambientales que se puede alcanzar por medio de este tipo de estudios. Por ende, se plantea la valoración del recurso aire del cantón con la finalidad de contrastar los puntos de vista entre los diferentes estratos sociales con respecto a la disposición a pagar para el monitoreo y control de calidad del recurso aire. Para implementar este análisis será necesario establecer la línea base de la calidad de aire en la zona de estudio, mediante el análisis de los reportes de monitoreo de al menos los últimos cinco años y por consiguiente medir el grado de cumplimiento con la normativa ambiental vigente en el Ecuador.

Finalmente, la carencia de estudios técnicos que expongan la relación entre la calidad del aire con la salud humana, o el buen desarrollo de las actividades económicas y productivas, dificulta enormemente que la población tome conciencia de que los recursos naturales no son gratis y que el ambiente tiene valor intrínseco porque cumple con funciones que afectan directamente en el

bienestar de las personas como usuarios directos de dichos recursos, además, solo con una conciencia generalizada de la población será posible tener el respaldo para futuras investigaciones enfocadas al cumplimiento de la normativa ambiental por parte de los principales generadores de contaminantes gaseosos; es decir, son medidas que conllevan al mejoramiento de la calidad ambiental, fomentando actividades que mantengan un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos y el cuidado de los mismos (Hernández Avila et al., 2018, p. 37-40)

Formulación del problema

¿Es posible la valoración económica ambiental del recurso aire en el cantón Francisco de Orellana?

Justificación

La pérdida en la calidad del recurso aire es uno de los problemas ambientales que con mayor frecuencia se percibe en las ciudades, esto en gran parte por el desarrollo industrial y actividades realizadas por el ser humano. La contaminación del aire a su vez puede generar impactos negativos en la salud humana y de los ecosistemas, es importante resaltar que en el Ecuador el tema de la calidad de aire ha pasado a un segundo plano, lo que ocasionó que durante los años de crecimiento de las ciudades no se contara con políticas públicas que permitan manejar estándares de calidad de aire acorde a las necesidades de los ciudadanos (Hernández Avila et al., 2018).

En el caso del cantón Francisco de Orellana la calidad de aire se ha visto mermada por las actividades petroleras dada la gran cantidad de compuestos tóxicos que son arrojados a la atmósfera producto del proceso de combustión, estos contaminantes tienden a dispersarse hacia los centros urbanos y sectores rurales los cuales por desconocimiento o falta de información por parte de las autoridades están poniendo en peligro su salud, por lo que establecer una línea base de calidad del recurso aire es primordial para determinar las condiciones en las que se encuentra dicho recurso y con qué enfoque lo toma la población en general.

Mediante la valoración económica ambiental se puede evaluar los cambios asociados a la planificación y toma de decisiones que involucren el aprovechamiento de los recursos naturales o el medio ambiente, en este sentido el objetivo de estos estudios se centra en la asignación de valores monetarios a los bienes y servicios proporcionados por el ambiente y medir la predisposición que tiene la población en cuanto al pago de los rubros asignados. Hay que tomar muy en cuenta que los bienes ambientales son productos de la naturaleza que son aprovechables para el uso o consumo del ser humano y un servicio son aquellas funciones de los ecosistemas que generan bienestar a las personas y comunidades (Menendez, 2017, p. 131).

Queda expuesta la importancia de contar con una valoración económica ambiental en el Cantón

Francisco de Orellana, particularmente en lo que concierne al recurso aire, ya que si bien es cierto la gente tiene una percepción baja sobre la importancia de preservar su calidad, no obstante, la contaminación del aire es responsable de morbilidad prematura a nivel mundial. Por ende, se debe contar con programas que garanticen el control de la contaminación. Como se explicó, la base de una valoración ambiental es la recolección de información que nos da una premisa en cuanto a la percepción que posee cierta población frente a la aplicación de un costo monetario a un bien público (aire), para mejorarlo, preservarlo o evaluar la condición en la que se encuentra, dado que, al tratarse de un recurso de acceso libre, es susceptible a diferentes externalidades (Pacheco Palacios, 2020, p. 21-25). En todo caso la valoración económica también se puede interpretar como un método para la conservación de los recursos naturales, la no aplicación o falta de este tipo de estudios puede llevar a que las acciones y actividades económicas generadas por el ser humano conduzcan a fenómenos de sobre explotación de los recursos y contaminación, provocando un cambio negativo e irreversible de los recursos que afecta la equidad y el bienestar de las generaciones venideras (López et al., 2013, p. 33).

La necesidad de tomar parte en este tipo de investigaciones que permitan el cálculo de la disponibilidad a pagar de los usuarios por un recurso o bien, permite cumplir los objetivos de la economía ambiental, los cuales son alcanzar una eficiencia económica y un crecimiento sostenible, la metodología a aplicarse se adaptará a las condiciones sociales y económicas de la población de estudio del cantón (Ripka de Almeida et al., 2018, p. 247-248).

Los principales beneficiarios de este proyecto son el GAD Francisco de Orellana, que tendrán las bases para futuros proyectos que velen por la calidad ambiental de sus habitantes, de la misma manera a la comunidad investigativa del Ecuador, quienes podrán sugerir propuestas en pro del beneficio ambiental sin afectar en gran manera al desarrollo económico y social del cantón.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar la valoración económica ambiental del recurso aire en el cantón Francisco de Orellana.

Objetivos específicos

- Establecer la línea base de calidad del aire en el cantón Francisco de Orellana mediante datos definidos.
- Aplicar el método de valoración contingente para la valoración económica ambiental del recurso aire en la zona de interés.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El estudio de la contaminación atmosférica inició en Europa a mediados del siglo XX, como respuesta al alto grado de contaminación debida principalmente al material particulado, derivado de la extracción y quema del carbón (Cavieres, 2019, p.33). El material particulado representa uno de los mayores problemas de contaminación; en países desarrollados es consecuencia de una alta densificación geográfica, incremento de vehículos y diversificación industrial (Wei y Wu, 2017, p.1). En la última década Tailandia ha experimentado graves problemas de contaminación del aire, para agravar la situación, el gobierno asigna un presupuesto mínimo para el control de la contaminación atmosférica (Tantiwat et al., 2021, p.1).

En países en vías de desarrollo, la contaminación atmosférica está determinada por procesos industriales deficientes, por el uso de tecnologías obsoletas, por el sector del transporte, la inexistencia de planificación territorial acompañada de una mala cultura de saneamiento ambiental, y también por influencia de fuentes naturales como erupciones volcánicas, sismos y otros fenómenos atmosféricos (Sangoluisa Ibarra, 2018, p.39).

Entre las principales actividades económicas y fuentes de contaminación del Ecuador se encuentra la industria petrolera. La explotación comercial de crudo se estableció en 1925 y por 40 años se concentró en la costa. Para el año 1968 inicia la explotación de petróleo en la Amazonia, cediendo concesiones a multinacionales, cuya administración sería retomada por la empresa pública Petroamazonas EP en el año 2012, la cual maneja el mayor porcentaje de las actividades hidrocarbúricas en el país hasta la fecha (Zambrano Chávez, 2018, pp.4-5). Entre las principales fuentes emisiones en la Provincia de Orellana se encuentran: pozos petroleros, vehículos, mecheros, los cuales liberan compuestos aromáticos policíclicos, hidróxido de sulfuro, ozono, CO₂, CO y material particulado; así como ruido derivado del transporte y olores de las industrias agropecuarias y agroindustriales de cultivo de palma (Párraga et al., 2018, pp.33-34).

Peña Murillo (2018, pp.289-293) realizó una revisión bibliográfica sobre el efecto de contaminación ambiental en Quito y Cuenca, dos de las ciudades más representativas del Ecuador, con objeto de analizar la serie de complicaciones ambientales y sociales que comprometen la salud pública de las personas expuestas a contaminantes atmosféricos, como: ozono (O₃), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM). Encontrando que la concentración de PM₁₀ exceden el límite permisible de la OMS, provocando que “en Cuenca se incrementa el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares en 3 al 9%” (Peña Murillo, 2018, p.288).

La valoración económica ambiental se ha posicionado como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en materia de gestión de bienes y servicios naturales; tiene gran utilidad para la investigación científica. La metodología de valoración económica ambiental es diversa, y la elección de un método depende de los intereses de estudio y de la utilidad de dicho método. Los métodos analizados en este estudio se corresponden con estudios reales, como se indica a continuación: Costo Viaje en Irán, Precios Hedónicos en Suiza, Costos Evitados aplicado en Colombia y Valoración Contingente en Cuba (Ripka de Almeida et al., 2018, p.246). Los estudios mencionados indicaron la relación entre las condiciones ambientales y socioeconómicas de cada país, permitiendo el desarrollo de políticas ambientales para una adecuada asignación y distribución de presupuestos económicos, destinados a la ejecución de medidas de protección, conservación y rehabilitación de espacios naturales (Ripka de Almeida et al., 2018, p.246).

Tantiwat et al. (2021, p.1) aplicó el método de valoración contingente, para estimar la disposición a pagar de la población (DAP), por concepto de mejora de la calidad del aire. Revelando los beneficios que obtendrían los tailandeses tras la mejorara de la calidad de dicho recurso. Los resultados muestran que existiría un beneficio total de 18.800 millones de Baht para el 2020, de manera que el gobierno puede utilizar estos resultados como una guía, útil en la reasignación optima del presupuesto destinado a mejorar la calidad del aire (Tantiwat et al., 2021, p.1).

En el estudio de Hernández Avila et al. (2018, p. 37) se aplicó el método de valoración del contingente, a la población de la ciudad de León (1,436,733), la séptima área más contaminada de México, al contar con el 27.7% del parque vehicular y la principal fábrica de calzado. La percepción del 57.2 % de los individuos encuestados indica que el aire es de mala calidad, por consiguiente, fue determinado el valor de \$131.15 como la disposición a pagar (DAP) por individuo, para la creación de un fondo verde empleado en mejorar de la calidad del aire del municipio de León, Guanajuato (Hernández Avila et al., 2018, p.37).

En 2017 se analizó la disposición a pagar (DAP) mediante el método del contingente y la técnica de “Triple Bounded Dichotomous Choice” para el monitoreo de calidad del aire en la comunidad de Bosa (731.047 habitantes), en Bogotá, la más contaminada de Colombia, y que no cuenta con una estación de monitoreo de emisiones. Encuestaron a una muestra de 401 individuos, en busca de establecer el máximo valor de DAP posible, tras el análisis estadístico y geográfico, determinaron que la relación entre las variables de estudio y el DAP no fue significativa, además la DAP presento una distribución aleatoria, estableciendo una DAP mensual de \$412.266.422 pesos colombianos (Muñoz Espitia, 2020, p.4).

En Ecuador se han ejecutado valoraciones económicas del aire, tanto por el método del continente como por precios hedónicos, en la ciudad de Riobamba y Quito, respectivamente. El primer estudio se aplicaron 205 encuestas a dos sectores urbano-marginales estableciendo un DAP para el periodo 2020-2023 de \$0,824 por concepto de mejora de la calidad del aire (Pacheco Palacios, 2020, p.16). Mientras que Sangoluisa Ibarra (2018, p.2) determino la concentración de contaminantes

y analizo el cómo la contaminación afecta el precio de los inmuebles, encontrando un descenso del precio residencial de 5.7% en Belisario Quevedo y de 2% en Cotacollao.

1.2. Calidad del aire

A escala global el deterioro de la calidad del aire se ha recrudecido por la presencia de una cantidad elevada de contaminantes, esto en gran parte fomentado por actividades de origen antrópico o natural pero la gran diferencia radica en que son las actividades realizadas por el ser humano las cuales tienen una repercusión mayor y a escala global, entre los contaminantes y partículas de efecto invernadero que en mayor volumen se encuentran tenemos el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) o las partículas de carbono negro (BC) que tienden a destruir la capa de ozono (O_3) estratosférico lo que acarrea problemas tanto de salud como en los ecosistemas (Bedoya y Martínez, 2009, p. 8).

En nuestro país las políticas en cuanto a la protección de la calidad de aire han sido muy bajas, si bien se tiene una normativa y ciertas políticas en pro de un ambiente sano muchas de estas normas están desactualizadas e inclusive para los días actuales dichas normativas sobrepasan los valores permitidos en relación a normativas de otros países, por otro lado el sistema de monitoreo de la calidad de aire es muy bajo, la casi nula colaboración de las instituciones en este asunto está conllevando a que la población se vea afectada en su salud de maneras más agresivas por lo que incluir un mejoramiento en la parte legal y en campo por medio de los monitoreos es vital para mantener un nivel de vida adecuado (Querol, 2018, pp. 310-317).

1.2.1. Calidad del aire como indicador social

Los indicadores que de manera más certera reflejan el nivel de vida de una sociedad vienen a ser los medioambientales dado que ambientes de calidad generan ecosistemas sanos y personas con una tasa baja de afecciones a su salud.

El objetivo de la calidad de aire se basa en los métodos de control de estas emisiones que por lo general provienen de actividades industriales, hidrocarburíferas, el transporte, quema de combustibles fósiles entre otros, las entidades a cargo de estos controles deberán evaluar la calidad del aire para proponer estrategias que permitan la reducción de estas emisiones, se deberá verificar las incidencias causa efecto entre los niveles de exposición a los cuales se ve sometida la población para establecer umbrales que protejan los sectores más vulnerables (Quiroga Martínez, 2001, p. 15).

1.2.2. Contaminación atmosférica

Las emisiones de productos nocivos a la atmósfera en cantidades que impliquen molestias o riesgo para la salud o el ambiente se lo conoce como contaminación atmosférica, en la actualidad es un tema muy debatido por las implicaciones sociales, económicas y ambientales que consigo trae este proceso, si bien la polución del aire puede generarse de forma natural por erupciones volcánicas, incendios forestales entre otros, la gran mayoría de contaminantes nocivos y emitidos de forma casi permanente vienen de las actividades humanas, el denominado calentamiento global en su gran parte ha sido culpa del ser humano por lo que buscar alternativas que fomenten la reducción de emisiones que mantengan un desarrollo sostenible de las sociedades (Amable Álvarez et al., 2017, p. 36).

1.2.3. Principales compuestos tóxicos generadores de contaminación atmosférica

Producto de las actividades antropogénicas como la quema de combustibles fósiles, uso de compuestos químicos, actividades industriales entre otros han fomentado que estos compuestos se los considere como nocivos para el planeta, ya que el almacenarse en la capa de ozono ha acarreado problemas tales como el calentamiento global.

Los gases contaminantes pueden presentarse:

- Gases precursores del ozono: El ozono tiende a formarse en la tropósfera producto de una reacción química de la luz solar sobre los gases, resultado de esta transformación se identifican como precursores los óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), el monóxido de carbono (CO) y el metano (CH_4).
- Acidificantes: Se generan por procesos de combustión estos gases son el dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y amoníaco (NH_3), la presencia en exceso afecta las masas de agua, provocan acidificación de los suelos por ende degradación de estos ecosistemas, daño en las masas boscosas haciendo que los árboles pierdan la capacidad de realizar el proceso de fotosíntesis entre otros.
- Gases de efecto invernadero: Probablemente los más nocivos y agresivos en el deterioro de la capa de ozono se generan por la quema de combustibles fósiles como el petróleo, carbón gas, se caracterizan por retener el calor en la atmósfera, impidiendo su salida hacia el espacio provocando el calentamiento del planeta y generando desequilibrios en la dinámica de los ecosistemas, los principales exponentes de este tipo de gases son CO_2 , el metano o CH_4 , el Óxido nitroso o N_2O , los fluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre o SF_6 . (Peniche-Camps et al., 2020, pp. 6-9)

1.2.3.1. *Material particulado*

El material particulado no es más que partículas sólidas o gotas líquidas las cuales se encuentran suspendidas en el aire, muchas de estas partículas son tan pequeñas que no son apreciables a simple vista sin embargo sus efectos son notables sobre todo cuando se está expuesto en largos periodos de tiempo sin las medidas de protección requeridas. El material particulado puede originarse durante la quema de materia orgánica o bien en las reacciones ocurridas en la atmósfera como resultado de las transformaciones de los compuestos químicos como el óxido de nitrógeno el dióxido de azufre entre otros, el material particulado se ha clasificado de acuerdo con su tamaño en:

- **PM₁₀**: partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros o menores.
- **PM_{2,5}**: partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros o menores (Pineda-Martínez et al., 2014, p. 8).

Entre los efectos nocivos que vienen ligados al material particulado son en su mayoría las respiratorias, este material al ser tan fino penetra sin problemas en el organismo a través de las vías aéreas y estas tienden a sedimentarse en los pulmones o en la garganta en función al diámetro de la partícula, por ejemplo, material particulado inferior a 100 micras quedan retenidas en las vías respiratorias altas como nariz y boca, mientras que partículas inferiores a 10 micras pasan sin problema hacia la región traqueo branquial hasta los alveolos impidiendo el intercambio adecuado de gases. Según la OMS (2005, p. 18) se tienen valores límites diarios de aproximadamente 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ que no podrán excederse en más de 35 veces por año, mientras que el valor anual es de aproximadamente 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀.

1.2.3.2. *Óxido de azufre*

Es un irritante gaseoso, de olor intenso y sin color, generado en procesos de combustión de productos derivados del petróleo y la quema del carbón en centrales térmicas para la generación de energía, si bien este gas no es inflamable ni explosivo genera impactos muy profundos a nivel ecosistémico. Por ejemplo, cuando estos sulfatos forman parte del material particulado PM₁₀ y en presencia de humedad tienden a formar lo que se conoce como lluvia ácida la cual ocasiona graves daños ambientales como la pérdida de la calidad del suelo, muerte de las especies vegetales, afecciones de salud como daños a nivel cardio respiratorio, lesiones cutáneas entre otros (Caraballo et al., 2019, pp. 87-88). Los efectos en la salud se pueden apreciar a concentraciones bajas como 0.2 a 0.5 ppm, generando irritación al sistema respiratorio y sensación de tensión en el pecho, a

concentraciones de 1-5 ppm puede condicionar el aparato circulatorio (OMS, 2005, p. 18). En exposiciones cortas con concentraciones de alrededor de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se producen cambios en la función pulmonar generando síntomas de ahogamiento e irritación fuerte de la garganta y si esta exposición es por tiempo alargado puede conllevar al deterioro del corazón y los pulmones, en concentraciones mayores a 15 ppm llegando al umbral de toxicidad desencadenan parálisis y muerte de forma casi instantánea (OMS, 2005, p. 18).

1.2.3.3. Óxidos de nitrógeno

Son de los principales gases que se desprenden de una combustión, se forman por la reacción del nitrógeno de los combustibles con el oxígeno del aire, de manera general se los identifica como NO_x , no obstante, cuando se habla de óxidos de nitrógeno se refieren tanto al óxido nítrico (NO), como al dióxido de nitrógeno (NO_2) (Zambrano Chávez, 2018, p. 10).

Zambrano Chávez (2018, p. 10) indica que los NO_x pueden tener origen natural o antropogénico, actualmente se conoce que las principales actividades generadoras de óxidos de nitrógeno son: chimeneas industriales, motores a diésel o crudo, uso de dinamita, calderas, calefactores a queroseno, entre otras actividades que involucren la quema de combustibles fósiles, o la combustión de biomasa (Mora-Barrantes et al., 2021, pp. 95-97), donde la mezcla de combustión alcanza altas temperaturas, formando NO_x (Peña Murillo, 2018, p. 287).

El óxido nítrico es un contaminante primario, derivado de la combustión incompleta; una parte significativa se oxida en presencia del ozono, dando origen al dióxido de nitrógeno. Esta dinámica explicaría porque existe óxido nítrico en mayor proporción que dióxido de nitrógeno en la mezcla de NO_x (OMS, 2005, p. 17; Zambrano Chávez, 2018, p. 10). Por otro lado, cuanto se expone a radiación ultravioleta o compuestos derivados del petróleo el dióxido de nitrógeno es precursor del ozono troposférico y aerosoles.

Debido a su carácter tóxico el dióxido de nitrógeno (NO_2) representa un problema de salud pública; en consecuencia, la OMS (2005, p. 18) establece un umbral promedio anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (exposición crónica). La interacción con otros contaminantes atmosféricos impide que se disponga de información concluyente respecto a la dosis crítica real de NO_2 , no obstante, se cuenta con evidencia sobre la relación directa entre la exposición a NO_2 y el incremento de sintomatología de bronquitis, asma, lesiones alveolares, etc. (OMS, 2005, p. 18). Además, existen estudios toxicológicos de exposición aguda a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 por hora, que reportaron disminución de la función pulmonar en asmáticos, así la OMS establece como umbral de exposición máxima temporal un valor de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por hora (OMS, 2005, p. 18).

De acuerdo con Romero Placeres et al. (2006, p. 6) el NO_2 liberado a la atmósfera tiende a oxidarse y por su naturaleza hidrofílica reacciona las partículas de agua formando ácido nítrico, lo que

provoca lluvia ácida, desencadenando afectaciones a la flora, fauna, reservas hídricas y daño de esculturas artísticas que forman parte del ornamento de las ciudades.

1.2.3.4. Monóxido de carbono

Es un tipo de contaminante primario (Pardo Rozo et al., 2020, p. 21), que se presenta como un gas incoloro e inodoro con alto grado de toxicidad que se forma durante una reacción de combustión incompleta (NECA, 2011, p. 2).

La exposición a monóxido de carbono tiene efectos perjudiciales a la salud, efectos que incluso pueden volverse letales; se sabe que puede tener origen tanto natural en incendios forestales, como antropogénico generalmente estos se asocian a la quema de combustibles derivados del petróleo, carbón o por el consumo de tabaco, en consecuencia, se atribuye origen a los vehículos y maquinaria que funciona con motores de combustión (Sangoluisa Ibarra, 2018, pp. 35-36).

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) no debería exceder los 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un tiempo continuo de 8 horas, mientras que para una hora de exposición continua no debería exceder los 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de hacerlo, como máximo será una vez por año (NECA, 2011, p. 5).

Los efectos a la salud suelen presentarse en problemas cardiacos, afecciones del sistema nervioso, dolor de cabeza con etapas de vértigo y fatiga, en los animales se presenta una respuesta similar. Por otro lado, a nivel ambiental el monóxido de carbono tiende a reaccionar dando origen al ozono (O_3) y dióxido de carbono (CO_2), gases que participan en fenómenos relacionados al efecto invernadero, lluvia acida y afectación de los orgánicos biológicos (Muñoz Espitia, 2020, p. 12).

1.2.3.5. Compuestos orgánicos volátiles

Están constituidos por un conjunto diverso de hidrocarburos, cuyo punto de ebullición se encuentra entre 50-100 °C a 240-260 °C, y pueden volatilizarse fácilmente a temperatura ambiente. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), los COVs tienden a reaccionar por acción de la radiación solar incidente en la atmosfera (Barbosa et al., 2021, p. 24).

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) provienen de emisiones primarias de carácter natural o antropogénico. Como se sabe, la industria hidrocarburífera es una fuente muy importante de contaminantes gaseosos, parte de ellos corresponden a hidrocarburos no quemados (COVs), en consecuencia, el funcionamiento de motores de combustión en vehículos y maquinaria aportan gases de combustión, así como partículas suspendidas y COVs (Romero et al., 2006, p. 9). Por otro lado, las emisiones naturales proceden de la descomposición de la biomasa, de acuerdo con Barbosa et al. (2021, pp. 27-28) la degradación de la celulosa aporta xileno, ácido acético, tolueno, entre otros, una característica particular de estos contaminantes es que poseen una amplia gama

de olores, que pueden ir desde olores agradables (vainilla), comunes (vinagre) e incluso desagradables (materia orgánica en descomposición).

Los principales componentes de los COVs son: benceno, tolueno, xileno, benzaldehído, el furfural, hexanal y otros. En cuanto a las afecciones a la salud, existe evidencia que vincula la exposición a COVs con un incremento en el riesgo de padecer asma, particularmente, la exposición a benceno incrementa en 8 veces más dicho riesgo en niños. Una de las características más representativas del benceno es su potencial para alterar el ADN por el mecanismo de metilación, incrementando el riesgo a desarrollar varios tipos de cáncer o provocar mal formaciones en el feto, por exposición durante la etapa de gestación (Amable Álvarez et al., 2017, p. 1166).

1.2.3.6. Ácido sulfhídrico

Es un gas incoloro e inflamable, con un intenso olor desagradable que suelen relacionarlo con huevos en descomposición o con el drenaje. El sulfuro de hidrogeno tiene su origen tanto en fuentes naturales, como artificiales. El sulfuro de hidrogeno se produce de forma natural por la acción bacteriana en la descomposición de la materia orgánica, de los depósitos de azufre, y erupciones volcánicas, mientras que se produce de forma artificial en la extracción de gas natural, durante la producción del papel y en el tratamiento de aguas negras y residuos sólidos orgánicos (Mendoza Fernández, 2019, pp. 16-17).

Entre los sectores o actividades económicas que contribuyen a las emisiones de sulfuro de hidrogeno están: la industria del hierro, la producción de alimentos, la industria de polímeros (caucho) y textiles (lana) (Barbosa et al., 2021, p. 25).

El sulfuro de hidrogeno puede ser percibido a concentraciones mayores a de 0.002 mg/l, no obstante, si alcanza concentraciones superiores a 500 ppm bloquea la capacidad del nervio olfativo, impidiendo su detección, haciéndolo potencialmente peligroso (Mendoza Fernández, 2019, pp. 16-17).

1.3. Etapas para la valoración económica ambiental

De acuerdo con el Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente de Perú (2015, p. 17) se contempla tres fases para el desarrollo de un proceso de valoración económica, las cuales se indican a continuación.

Primera: Preparación de la valoración económica.

Segunda: Ejecución de la valoración económica.

Tercera: Análisis ex post a la valoración económica.

A su vez, la segunda etapa se subdivide en cuatro pasos, enlistados a continuación:

- a. Identificación y caracterización de los actores sociales.
- b. Priorización y caracterización de los bienes y servicios ambientales.
- c. Identificación del tipo de valor.
- d. Selección y aplicación del o los métodos de valoración económica que convenga para el caso de estudio en particular (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 17).

1.3.1. El valor económico total (VET)

Económicamente el ambiente posee una connotación antropocéntrica, es decir, que sus bienes y servicios deben estar al servicio del ser humano, satisfaciendo sus necesidades vitales. Es posible que la sobreexplotación de los recursos derive de dicha perspectiva, además, gran parte de los recursos naturales carecen de valores monetarios por ser considerados como bienes de no mercado (públicos), no obstante, es posible establecer un valor monetario basado en la utilidad de cierto servicio ecosistémico cuando se establece una unidad de medida (valor económico total) que relacione dicha utilidad con la utilidad de bienes más tangibles o de mercado (Mosson, 2019, p. 1; Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 3).

El valor económico total (VET) establece una abstracción del valor de recursos naturales de forma aproximada, así Mosson (2019, p. 1) indica que el valor total de los bienes y servicios ambientales (VET) se divide en dos categorías de beneficios que se relacionan con su uso o su existencia.

$$\mathbf{VET = VU + VNU}$$

Dónde:

- VET** = Valor económico total
- VU** = Valor de uso
- VNU** = Valor de no uso

El Ministerio del Ambiente de Perú (2015, p. 37) en su guía de valoración económica explica que el valor económico de bienes y servicios ecosistémicos dependerá principalmente de la percepción individual de los usuarios, dicho de otro modo, existen diferentes tipos de valores para cada sujeto.

Se explica que “El valor económico total (VET) comprende el valor de uso (VU) y el valor de no uso (VNU). El valor de uso está constituido por el valor de uso directo (VUD) y el valor de uso indirecto (VUI); mientras que el valor de no uso comprende el valor de existencia (VE) y el valor de legado (VL)” (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 37). Sin embargo, esta no es la única clasificación en cuanto a los componentes del valor económico total (VET). Otro tipo de valor

que es considerado recurrentemente es el valor de opción, que entra dentro de los valores de no uso y muchas veces lo consideran parte del valor de legado (Mossone, 2019, p. 1; Pacheco, 2020, p. 27).

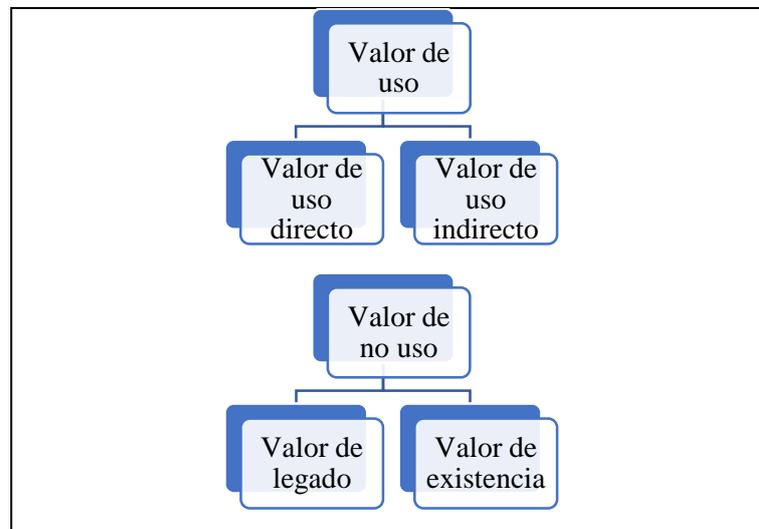


Gráfico 1-1: Subclasificación del valor económico total
Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (2015, p. 37).

1.3.2. Valor de uso (VU)

Se generan cuando existe una interacción directa o indirecta entre los individuos y los bienes y servicios ecosistémicos (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 38).

1.3.2.1. Valor de uso directo (VUD)

Se deriva de los beneficios obtenidos por un usuario o la población, que hace uso o consume ciertos bienes y servicios de los diferentes ecosistemas, es decir que pueden comerciarse en el mercado. De acuerdo con este tipo de valor, existe elevada exclusión y rivalidad en su consumo, se puede decir que se asemeja por mucho a un bien privado (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 38).

Según Trueba Regalado y Ortiz Paniagua (2019, p. 6) un valor de uso directo hace referencia a una medida del bienestar que reportan un agente por la utilización de un recurso, que puede o no ser un bien consuntivo.

Para Mossone (2019, p. 1) un valor “es de uso directo cuando está determinado por el uso productivo de los recursos naturales para la utilidad humana”.

1.3.2.2. Valor de uso indirecto (VUI)

Este valor alude a “los beneficios que no son exclusivos de un individuo en particular, sino que se extienden hacia otros individuos de la sociedad” (Ministerio del Ambiente de Perú 2015, p. 38). Dicho de otra manera, se caracteriza por su baja exclusión y rivalidad de uso o consumo. Desde otro planteamiento se puede decir que existe un valor de uso indirecto “cuando está relacionado con las funciones ecológicas que brindan apoyo y protección” frente a desastres naturales (Mossone, 2019, p. 1).

Este tipo de valores abarcan los servicios ambientales que evidentemente carecen de un valor de mercado, entre estos servicios se encuentran la retención de nutrientes, la autodepuración ambiental y la dinámica del cambio climático (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 6; Pacheco Palacios, 2020, p. 27). De manera que este valor “surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aun así el individuo se beneficia” (Raffo Lecca, 2016, p. 111).

1.3.3. Valor de no uso (VNU) o uso pasivo

Se refieren a los beneficios humanos intangibles, que no están relacionados con el uso directo o indirecto del bien ambiental (Mossone, 2019, p. 1); se refieren al valor que los individuos o la sociedad perciben propiamente de su existencia o incluso tienen que ver con el deseo de preservar los beneficios de dichos ecosistemas para las nuevas generaciones (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 38).

1.3.3.1. Valor de opción (VO)

Este tipo de valor es “derivado de las opciones relativas a la disponibilidad del bien ambiental” (Mossone, 2019, p. 1). De modo que representa las posibilidades de explotación o uso de las cualidades de los ecosistemas, cuando sean requeridas en el futuro ya sea por su demanda o porque no pudieron haber sido aprovechadas antes (Pacheco Palacios, 2020, p. 27).

Para Trueba Regalado y Ortiz Paniagua (2019, p. 6) el valor de opción se basa en considerar el valor futuro de los bienes y servicios ambientales que los individuos creen que puedan ser útiles mucho más adelante.

1.3.3.2. Valor de existencia (VE)

El ambiente y sus componentes poseen un valor intrínseco, de tal manera que el ser humano puede atribuir ese valor a la existencia misma de los ecosistemas o atractivos naturales. Incluso si el

individuo no es un beneficiario actual, ni lo será en el futuro, dicho de otro modo, no percibe beneficio directo o indirecto alguno (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 39).

Se lo conoce también como valor de conservación o de uso pasivo, debido a que depende únicamente del goce que los individuos pueden experimentar, con el hecho de conocer sobre la existencia de dicho servicio ambiental, y aun así no consideren beneficiarse o usarlo a lo largo de sus vidas (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 7).

De acuerdo con Ripka de Almeida et al. (2018, p. 249) se puede entender al valor de existencia como el hecho de conocer sobre la existencia de un componente del ambiente, y atribuirle un valor por dicha razón, puesto que el valor se deriva de la existencia del bien ambiental.

1.3.3.3. Valor de legado (VL)

La guía de valoración económica del Ministerio del Ambiente peruano define al valor de legado como “aquel valor de dejar los beneficios de los ecosistemas, directa o indirectamente, a las generaciones futuras, ya sea por vínculos de parentesco o altruismo” (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 39).

Mossone (2019, p. 1) conceptualiza el valor de legado como “el valor derivado de la conservación de la naturaleza para las generaciones futuras”, de la misma manera Trueba Regalado y Ortiz Paniagua (2019, p. 7) precisan a este valor de no uso, como “el valor que le asignan las generaciones actuales al disfrute de un bien ambiental por parte de las generaciones futuras”.

De forma más exhaustiva, se puede explicar cómo cierto valor que posee un bien o servicio ecosistémico en particular, para las generaciones futuras, contemplando no únicamente ciertos niveles tecnológicos a futuro, sino que también adoptando las escalas de valores y principios morales que regirán en las tales generaciones, la dimensión de un valor de legado puede ser tanto un valor de uso o como uno de no uso (Ripka de Almeida et al., 2018, p. 249).

Tabla 1-1: Ejemplificación de los tipos de valor que integran el VET

Valor Económico Total				
Valores de uso		Valores de no uso		
Directo	Indirecto	Opción	Existencia	Legado
Uso de madera Semillas Recreación Leche y carne Biomasa, Salud Alimentos Biomasa	Regulación de la erosión del suelo Regulación del agua Control del clima Reciclaje de nutrientes	Bioprospección Conservación de hábitats	Conservación del oso panda Conservación del gallito de las rocas Hábitat Especies Genes Ecosistemas	Protección de hábitats para el disfrute de las futuras generaciones Preservación de hábitats frente a cambios irreversibles

Fuente: Adaptado del Ministerio del Ambiente de Perú (2015, pp. 38-39) y Raffo Lecca (2016, p. 111).

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

1.3.4. *Métodos de valoración de los servicios ambientales*

La cuantificación del valor económico que posee un bien o servicio ecosistémico requiere de la aplicación de varios métodos de valoración económica ambiental, para determinar el valor parcial o total del bien que se desea valorar. Dicho así, el método de valoración a emplear depende del objetivo de la investigación, de la información disponible, del tipo de bien o servicio, del tipo de valor ambiental, además, de los recursos económicos y del tiempo que se disponga para la ejecución del proyecto (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 41).

Mossone (2019, p. 1) indica que “los métodos para evaluar los bienes ambientales pueden o no basarse en un enfoque que implica la construcción de una curva de demanda”.

Los métodos de valoración ambiental tienen como objetivo estimar la disposición a pagar (DAP) por una mejora de en la calidad o cantidad de un recurso, o la disposición a aceptar (DAA) como compensación ante la pérdida o degradación del recurso (Raffo Lecca, 2016, p. 116). Existen dos categorías donde pueden confluir los métodos de valoración, por un lado están los métodos directos y por otro los indirectos (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 7).

1.3.4.1. *Métodos indirectos o de preferencias reveladas*

Con estos métodos se pretende atribuir indirectamente un valor monetario, mediante un análisis sobre la variación de consumo de bienes de mercado vinculados con un bien o servicio ambiental en particular (Mossone, 2019, p. 2).

Se los puede conceptualizar cómo una relación de ciertos recursos naturales con otros que puede dar origen a nuevos bienes y servicios (flujos de utilidad). De manera que se puede obtener el valor que un individuo confiere a un recurso, al monitorear su interacción con los bienes que son de su interés y forman parte de mercados reales (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, pp. 7-8).

- Método de cambios en la productividad

Este método permite estimar el valor de uso indirecto de bienes o servicios del ecosistema partiendo de su contribución a la producción de bienes comercializables (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 46).

Se basa en la teoría de las funciones de producción, en la que los bienes o servicios del ecosistema constituyen los insumos de producción. Los cambios que sufren los bienes o servicios de los ecosistemas provocaran cambios en la producción de bienes de mercado, afectando el bienestar de los usuarios (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 46).

- Método de los costos evitados o inducidos

Esta metodología se utiliza para calcular los costos incurridos por entidades económicas como gobiernos, empresas o personas naturales para reducir o evitar impactos ambientales perjudiciales cuando se reemplazan bienes o servicios (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 62).

El método de costos evitados (MCE) asume que el costo de evitar ciertos daños al medio ambiente o los servicios que brinda constituye una estimación de su valor. Suposición que se plantea lo siguiente, si las personas están dispuestas a asumir este tipo de costos para evitar daños causados por la pérdida de ciertos bienes o servicios ambientales, entonces el valor de estos servicios debe ser al menos igual al monto que las personas pagaron por ellos (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 62).

Según Ripka de Almeida et al. (2018, p. 250) este método se utiliza para evaluar diferentes valores de uso, ya sea directo, indirecto u opcional. Además, señala que el método utiliza una dinámica dosis-respuesta. Requiriendo una gran variedad de datos para la evaluación, por ende, es probable que los investigadores no puedan obtenerlos, lo que conduce al empleo de otros métodos, como el costo de oportunidad (Ripka de Almeida et al., 2018, p. 250).

- Método del coste de viaje

Este método se basa en los valores económico que el visitante debe costear cuando va a lugar para hacer uso recreativo los servicios ecosistémicos que brinda algún lugar determinado. El MCV

sugiere que el valor económico de los bienes y servicios de recreación están perfectamente representados por el monto económico que alguien debe gastar para acceder al lugar turístico y disfrutar de sus servicios (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 52).

Desde la perspectiva de Ripka de Almeida et al. (2018, p. 250) el MCV “consiste en el análisis de la demanda por una determinada actividad de recreación directamente vinculada a un recurso natural” de manera que se vinculan las variables socioeconómicas locales con los visitantes.

- Método de los precios hedónicos

Está dirigido principalmente a valorar ciertos servicios ecosistémicos que afectan el costo de inmuebles o propiedades privadas. Por citar un ejemplo expuesto por Ripka de Almeida et al. (2018, p. 251), se puede partir de la suposición de comparar dos residencias idénticas (viviendas), pero ubicadas en sitios con características muy diferentes en cuanto a calidad del aire, ruido ambiental, seguridad, o cercanía a sitios recreativos, etc. Es claro que la propiedad que posea las mejores características de tales variables será mucho más costosa que la otra (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 58).

Otra utilidad del método consiste en medir los beneficios en la calidad de vida frente a los cambios que ocurren en los riesgos ambientales; proponiendo que el MPH “se puede estimar en función de salarios hedónicos para valorar los riesgos para el estado de salud de las personas derivados de las condiciones laborales” (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 58).

Tabla 2-1: Características de los métodos indirectos de valoración económica ambiental

Método	Supuestos	Ventajas	Limitaciones
Método de cambios en la productividad (MCP)	<ul style="list-style-type: none"> - El bien o servicio debe constituir un insumo (relevante) de la producción de otro bien (producto) que cuente con mercado. - Se debe conocer el precio del bien de mercado o al menos debe ser inferible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite estimar el valor de uso (indirecto) de un bien o servicio ecosistémico a partir del comportamiento de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es complicado establecer relaciones entre el elemento ecosistémico su efecto sobre el otro bien de mercado. - Resulta impráctico determinar el efecto individual de un elemento ecosistémico en un conjunto de elementos sinérgicos. - La naturaleza gradual de los procesos ambientales dificulta el establecimiento o asociación entre causas, efectos y acciones precisas
Método de los costos evitados (MCE)	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesaria evidencia de la intención (capacidad) de las personas a efectuar el gasto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja inversión en la ejecución del método y se tiene fácil acceso a la información. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser difícil sustentar el alto grado de sustitución entre el elemento ecosistémico y el bien de mercado. - Las estimaciones del valor económico no se relacionan con las medidas de bienestar.
Método de costo viaje (MCV)	<ul style="list-style-type: none"> - El costo de viaje viene determinado por la distancia del sitio de esparcimiento. - El número de viajes es proporcional al costo del viaje. - El tiempo tiene un valor económico, y este puede estimarse mediante su costo de oportunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - El perfeccionamiento del método a través del tiempo (respecto a la estimación) asegura que los resultados obtenidos sean útiles para la adecuada valoración de los servicios ecosistémicos de recreación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Básicamente, este modelo supone que los sujetos viajan a un sitio recreacional concreto con un único objetivo, de modo que si con el viaje se contempla más de un objetivo el valor puede sufrir una sobreestimación, porque resultaría difícil asignar los costos incurridos en el viaje, para cada objetivo. - Hay la probabilidad de ocurrencia de sesgos estadísticos que afecten los resultados. “Estos incluyen la adopción de la forma funcional usada para estimar la curva de demanda”
Métodos de precios hedónicos (MPH)	<ul style="list-style-type: none"> - Las características o propiedades de los elementos o servicios ambientales fijan el precio del bien de mercado. - Al bien se le atribuye características continuas. - La proporción de cierta característica puede variar sin depender de las que posee el bien de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores económicos que están basados en elecciones reales por parte de los usuarios. - La versatilidad del método faculta la anexión de varias interacciones, entre los bienes de mercado y la calidad ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - El método percibe únicamente la DAP por las diferencias notorias en los rasgos ambientales y sus consecuencias directas; es decir, que las estimaciones dependen de los valores de uso del elemento ecosistémico; no obstante, se desprecia los valores de no uso. - Es bastante complejo de implementar e interpretar, debido a que es necesario un alto grado de dominio estadístico. - Para la existencia de una función de precios hedónico continua se requiere una gran cantidad de bienes diferenciados. Sin una función continua de precios, no se consigue igualar la maximización de la utilidad en las condiciones de primer orden.

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (2015, pp. 46-63)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

1.3.4.2. *Métodos directos o de preferencias declaradas*

Se caracterizan por simular la existencia de un mercado para bienes o servicios ambientales. A diferencia de los métodos indirectos, en este caso no se puede extraer un valor monetario derivado de otro bien ecosistémico con valor comercial, ya que posee características difíciles de detectar, por tanto, se obtiene información de las preferencias declaradas directamente por los usuarios potenciales (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 8).

De acuerdo con Mossone (2019, p. 2) el valor económico fijado por métodos directos, “se calcula en base a las preferencias expresadas por el consumidor a través de diferentes métodos, con el fin de evaluar el esfuerzo económico dirigido al disfrute del bien ambiental”

- **Método de Valoración Contingente**

El método plantea la generación de un mercado hipotético para que el bien o servicio ambiental pueda ser cuantificado en términos monetarios, el contexto hipotético es presentado al individuo a través de un cuestionario (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 64).

Ripka de Almeida et al. (2018, p. 252) describe este método, como la utilización de las preferencias declaradas para la valoración de un bien o servicio natural. El hecho de contemplar un escenario hipotético implica una valoración económica más detallada, que trabaja en los conceptos de disposición a pagar, disposición a aceptar como reparación de un daño ambiental (Ripka de Almeida et al., 2018, p. 252).

Se puede determinar el valor económico total (VET) del elemento (bien o servicio) ecosistémico debido a que el método es aplicable con valores de uso y de no uso; muchos estudios de valoración difunden la aplicación del método para casos que poseen valores de no uso (Trueba Regalado y Ortiz Paniagua, 2019, p. 10).

Es un método directo que ha sido ampliamente usado en la valoración de recursos biológicos, ecosistemas, y paisajes, la metodología consiste en elaborar un cuestionario que presente al bien o servicio ambiental que se desea valorar a sus usuarios potenciales, donde se destacan sus características, logrando determinar la máxima DAP y la mínima DAA por los individuos al surgir una alteración del recurso que afecte al bienestar común (García de la Fuente y Colina Vuelta, 2004, p. 827). Conviene mencionar que el método posee dos limitaciones importantes, la primera debido a que se debe aportar información que podría no estar contemplada por los encuestados por su complejidad. Mientras que la segunda se debe a los sesgos que acarrea un cuestionario mal diseñado, así como por una selección de la muestra deficiente o el enfoque de preguntas de valoración (García de la Fuente y Colina Vuelta, 2004, p. 827).

A breves rasgos, el método de valoración del contingente contempla los siguientes pasos:

- a. Construir un escenario (realista) que oferte el bien o servicio ecosistémico en cuestión.

- b. Definir las distintas opciones que puede elegir el individuo.
 - c. Describir los derechos de propiedad subyacentes en el mercado (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 64).
- Método de experimentos de elección

El MEE puede dividir un bien de no mercado en las diferentes características específicas que posee, para estudiar acerca del valor que la sociedad otorga a cada una de ellas y así estimar medidas de bienestar derivadas de los cambios. En la evaluación se indica a los encuestados que deben elegir una de varias opciones hipotéticas creadas a partir de una combinación de propiedades y niveles (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015, p. 72).

Tabla 3-1: Características de los métodos directos de valoración económica ambiental

Método	Supuestos	Ventajas	Limitaciones
Método de valoración contingente (MVC)	<ul style="list-style-type: none"> - El individuo se comportará en el mercado hipotético de manera equivalente al mercado real. Así se espera que tome una decisión objetiva en si desea pagar o no por el bien ambiental. - La información sobre los beneficios del recurso debe estar completa. Así, el individuo reflejará su verdadera DAP. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se obtiene valores económicos de bienes y servicios que carecen de precio en el mercado. - Se consigue estimar los valores de no uso de bienes y servicios ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los sesgos instrumentales “diseño y aplicación de la encuesta” y no instrumentales “sesgo de hipótesis dada la naturaleza del escenario planteado y el sesgo de estrategia relacionado con el posible comportamiento de free rider por parte del individuo” son bastante comunes.
Método de experimentos de selección (MEE)	<ul style="list-style-type: none"> - Se sustituyen atributos y se selecciona una alternativa hipotética “basada en el análisis combinado del conjunto de sus atributos”. - El comportamiento del usuario entre el mercado hipotético y el real es muy similar. - El individuo conoce la información completa sobre los beneficios que le generan las distintas agrupaciones de los rasgos del patrimonio natural 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite describir un bien en términos de sus características y los niveles de estas. - La probabilidad de sesgo estratégico disminuye - Se parece al comportamiento habitual de los individuos. - El investigador puede controlar los niveles de las características que componen las opciones y el contexto en el que se obtienen los datos 	<ul style="list-style-type: none"> - En necesario mayor esfuerzo de cada sujeto entrevistado a comparación de MVC, debido a que cuando el entrevistado avanza en la secuencia de elección puede cansarse perdiendo interés en la objetividad de sus respuestas.

Fuente: Ministerio del Ambiente de Perú (2015, pp. 46-63)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

1.4. Beneficios asociados a la valoración económica ambiental

El ser humano siempre ha estado en contacto con el medio ambiente, siendo este el medio de sustento para todas sus actividades hasta el día de hoy, los mecanismos que la sociedad actual emplea para satisfacer sus necesidades energéticas han contribuido a una cierta estabilidad y bienestar entre la población sin embargo en muchos de los casos en periodos donde emergió la industrialización nunca se pudo definir bien las características propias de los recursos como bienes o activos ambientales, ya que solo se enfocaba en la extracción y consumismo de estos elementos, hasta que la valoración ambiental empezó a darse a conocer dada la necesidad de poner un rubro por el bien que nos está brindando la naturaleza, además de concientizar a la sociedad a que si bien tenemos un libre acceso de estos bienes estos deben conservarse.

La carencia en estudios de valoración ambiental fomenta la sobre explotación y la contaminación indiscriminada, por tal motivo siguiendo el camino de la sostenibilidad la importancia de la valoración económica se sujeta a la creación de políticas públicas ambientales, el cambio en los valores de la sociedad y la búsqueda de métodos donde la generación de energía y materia prima sea lo más limpia posible (Osorio Múnera, 2017, p. 12).

1.4.1. Beneficio ambiental

Los estudios de valoración de recursos naturales aportan herramientas (unidad de medida monetaria) útiles para diagnosticar los beneficios o los gastos incurridos por una alteración ambiental. Con ello, es posible asignar importancia o prioridad a los problemas ambientales más relevantes, también ayuda a reconocer las falencias en la gestión y ejecución de programas ambientales (Economika, 2020, párr. 1-11).

Se pueden distinguir dos tipos de beneficios ambientales: en primera instancia se tiene los beneficios hacia los usuarios directos o consumidores potenciales (madera), el segundo tipo corresponde a beneficios intrínsecos que no están ligados necesariamente al uso o consumo de un bien o servicio ambiental (especies) (Ripka de Almeida et al., 2018, pp. 248-249). por citar algunos beneficios ambientales se tiene:

- Control de inundaciones
- Refugio de especies
- Bellezas escénicas
- Investigación
- Recreación y turismo.

1.4.2. Beneficios socioeconómicos

Los beneficios socioeconómicos vinculados con la valoración ambiental tienen que ver sobre todo por la sostenibilidad global ecológica la cual permite mejorar la calidad de vida humana en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y como estos son aprovechados de manera equitativa y responsable para generar un rubro económicamente, los modelos económicos cada vez se vuelven más dinámicos dado que actualmente existe una gran demanda de recursos cada vez más escasos lo que supone una competitividad entre los países por garantizar el sustento de estos bienes para satisfacer a sus habitantes y generar ingresos por la venta o aprovechamiento de estos o sus derivados (Fernández y Gutiérrez, 2013, p. 122).

1.5. Marco Conceptual

1.5.1. Economía de los recursos naturales

El ser humano hasta la actualidad ha dependido de los recursos naturales para sustentar su modelo de vida, esto incluye sobre todo en el aprovechamiento de fuentes de energía que le permitan desarrollarse como sociedad, anteriormente desde la aparición de máquina a vapor y la revolución industrial el hombre ha considerado que los recursos naturales son infinitos y que el aprovechamiento de los mismos desencadena en grandes cantidades de riqueza, idea que actualmente se ha venido abajo dado que los recursos cada vez se encuentran más limitados y buscar formas de extraerlos se hace más difícil. Este tipo de explotación de los recursos naturales bajo un poco o nulo control y en vista de la escasez de estos recursos el pensamiento de la sociedad se está orientando a buscar un modelo económico que vele por el cuidado ambiental sin comprometer con el desarrollo de las generaciones venideras, de este pensamiento crítico nace la economía verde o circular la cual se sustenta en el manejo equilibrado de los recursos naturales (Sánchez Álzate, 2011, p. 119). La economía de los recursos naturales o economía ambiental tiene como objeto el estudio de como una sociedad aprovecha los recursos renovables y no renovables planteando un manejo sostenible en que se incluyan técnicas que permitan en lo posible renovar los recursos empleados o bien aprovecharlos en su máxima capacidad antes de ser eliminado, este tipo de pensamiento ecológico busca soluciones frente a los a la cantidad y al coste de los recursos utilizados (Arroyo Morocho, 2018, pp. 78-79).

1.5.2. Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental es una de las herramientas dentro de la gestión ambiental que permite esbozar la situación medioambiental de un ecosistema, mediante el diagnóstico ambiental se

realiza caracterizaciones puntuales del medio químico, físico o biótico, a diferencia de estudios de línea base en este se busca evidenciar el grado de alteración ambiental sea por efecto antrópico o por un fenómeno natural. Mediante el diagnóstico ambiental se puede identificar los aspectos del proyecto o actividad que se puede mejorar desde el plano ambiental, también realiza una revisión de la normativa y el grado de cumplimiento de esta, finalmente un correcto diagnóstico ambiental siempre estará enfocado a la creación de una política pública ambiental que entre sus bases mantenga el principio de sustentabilidad (Perevochtchikova, 2013, p. 285).

1.5.3. Valoración Económica Ambiental

La creciente relación entre el crecimiento como sociedad y el aprovechamiento del medio ambiente ha venido cobrando mucha fuerza e interés en los últimos años esto fundamentalmente por la creciente degradación de los recursos ambientales y de los efectos perniciosos en los ecosistemas. Si bien ciertos bienes ambientales cuentan con un precio en el mercado, este monto no contempla en su gran mayoría la gran cantidad de beneficios, por lo que el valor real económico se ve desvanecido desestimando la toma de decisiones relacionadas con el adecuado manejo. Para que un recurso ambiental pueda ser percibido de manera positiva por la sociedad debe cumplir ciertos requerimientos tales como:

- Cumplir con un rol preponderante en el desarrollo de la sociedad.
- Actuar como receptores de desechos en su mayoría producto de acciones antropogénicas.
- Ser fuentes de energía sea renovable o no renovable que satisfaga las necesidades del ser humano.
- Constituir parte de un sistema integrado que dota de los medios necesarios para el sustento de toda forma de vida (Raffo Lecca, 2016, p. 108).

1.5.3.1. Enfoque económico ambiental

El valor económico de los bienes y servicios ambientales se ha venido debatiendo durante varios años ya que el enfoque con el que se plantea este valor en mucho de los casos no asume el cuidado del ambiente o de la vida, más bien se valoran las preferencias de las personas frente a cambios en las condiciones en donde se desenvuelven o bien frente a los riesgos que enfrentan por la carencia o exceso de un recurso o servicio (Rodríguez Córdova et al., 2017, p. 12).

En el plano regional el Ecuador cuenta con una riqueza natural de incalculable valor, pero lamentablemente el país aún sigue a expensas de la obtención de estos recursos sin un cuidado del ambiente adecuado las políticas actuales no se aplican de manera adecuada lo que ha conllevado al deterioro de ecosistemas (Antúnez Sánchez y Guanoquiza Tello, 2019, p. 70). En resumen una sociedad siempre debe estar encaminada al aprovechamiento de sus recursos naturales de

forma responsable, la aplicación de una denominada economía verde en los procesos industrializados y de generación de energía parte con la prima de que a la larga son beneficiosas no solo para el medio ambiente si no que aseguran ganancias económicas y sociales (Diniz y Bermann, 2012, p. 325).

1.5.3.2. Externalidades positivas

Las externalidades positivas se refieren a todo tipo actividades o afectaciones que tienden a ser beneficiosas para la sociedad, estas pueden ser generadas por actividades de producción o consumo de las cuales no se incluyen un valor o costo, tenemos como un ejemplo el aprovechamiento de los cauces de los ríos para actividades como el transporte la pesca etc. (Vázquez, 2014, pp. 12-16).

1.5.3.3. Externalidades negativas

Por otro lado, las externalidades negativas surgen cuando se ve afectado un recurso natural preferentemente por acción del hombre donde las decisiones tomadas se inclinan únicamente en sus costes y beneficios sin tomar en cuenta los costes indirectos que recaen en las víctimas de los procesos de contaminación. Los costes indirectos que no recaen ni en el productor ni el beneficiario fomentan el deterioro de la calidad de vida, decrecimiento del sistema de salud y pérdidas de producción, en resumen, las externalidades negativas son el reflejo de la desigualdad de los respectivos costes por un bien o servicio (Vázquez, 2014, pp. 12-16).

1.5.4. Bienes y servicios ambientales

En general los bienes y servicios ambientales se los considera como bienes sociales o bienes públicos , los cuales son provistos por los ecosistemas que mantienen un beneficio unánime sin un beneficio exclusivo, la importancia de estos bienes y servicios está en que proporciona la materia prima para el desarrollo de las sociedades y la vida, la degradación de los mismos ha conllevado a poner en duda que tan bien se están manejando estos recursos y si las políticas de conservación se están aplicando correctamente (Mesta Fernández, 2016, pp. 155-156).

1.5.4.1. Bien Ambiental

Un bien ambiental es aquel producto propio de la naturaleza que son aprovechables para el ser humano, generalmente en forma de energía o de consumo este tipo de recursos son tangibles ya que forman parte de los distintos procesos productivos y que sufren transformaciones y tienden a

agotarse tenemos como ejemplo la madera, los espacios para la explotación pesquera, fuentes hídricas entre otros (Mesta Fernández, 2016, pp. 155-156).

1.5.4.2. Servicio ambiental

Los servicios ambientales hacen referencia a aquellas funciones que los ecosistemas proporcionan para generar un bienestar o beneficio para la sociedad, actualmente los servicios ambientales han venido siendo comercializados los cuales aún están lejos de mostrar una estrategia de conservación y en mucho de los casos estos servicios ambientales generar efectos perniciosos en el ambiente y población como es el caso de comunidades autóctonas los cuales se ven afectados por el deterioro de su ecosistema (Mesta Fernández, 2016, pp. 150). En cuanto a la cuantificación de estos servicios por lo general se los considera como beneficios intangibles y asignar un valor es realmente complicado que a diferencia de los bienes ambientales los servicios no se aprovechan o se utilizan de manera directa, sin embargo, otorgan un equilibrio para el desarrollo de la vida como puede ser el clima, el aire limpio etc. (Mesta Fernández, 2016, pp. 155-156).

1.6. Marco legal

Para el desarrollo de la parte investigativa legal se tomó en cuenta el orden jerárquico de las leyes siguiendo la metodología de pirámide de Kelsen el cual refleja el sistema jurídico de forma escalonada generando la tabla resumen expuesta a continuación, que reúne normas, artículos e incluye citas textuales de las fuentes correspondientes:

Tabla 4-1: Normativa actualizada en función al estudio propuesto

Fuente Normas	Normas y Leyes	Artículo	Descripción textual
Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008)	Constitución de la República del Ecuador	Art. 14	Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
		Art. 74.	Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.
		Art. 276, literal 4	El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: - Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.
		Art. 396	El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.
Ministerio del Ambiente	Código Orgánico del Ambiente (COA)	Art. 3; apartado 4	Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino-costera y recursos naturales.
		Art. 74	Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.
	Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire (NECA)	Art. 4.1.2	Tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir este objetivo se presentan las Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005)	Guías de calidad del aire		Creadas con el objeto de ofrecer una orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, recomendar, establece niveles de exposición de la población para reducir riesgos o evitar efectos nocivos.
--	---------------------------	--	--

Fuente: Constitución de la Republica del Ecuador (2008); Código Orgánico del Ambiente (2017); NECA (2011, p. 5-6); OMS (2005, pp. 14-19)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

1.6.1. Normativa límites máximos y mínimos permisibles

La información se extrajo de la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire (NECA) y también a partir de las Guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS), dichas concentraciones reflejan los límites máximos permisibles en relación con los contaminantes estudiados en el presente trabajo el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5-1: Valores máximos permisibles de contaminantes atmosféricos según la NECA

Contaminante	Valor	Unidad	Tiempo de medición
Material Particulado Sedimentable	1	mg/cm ² / mes	Máxima concentración de una muestra colectada durante 30 días de forma continua
Material Particulado Volátil 10µm (PM ₁₀)	50	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	100		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas
Material Particulado Volátil 2,5µm (PM _{2,5})	15	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	50		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas
Dióxido de azufre	60	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	125		Concentración en 24 horas de todas las muestras colectadas
	500		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 10 minutos
Dióxido de nitrógeno	40	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	200		Concentración máxima en 1 hora de todas las muestras colectadas
Ozono	100	µg/m ³	Concentración máxima en 8 horas consecutivas
Benceno	5	µg/m ³	Promedio de todas las muestras colectadas en 1 año

Fuente: NECA (2011, pp. 5-6)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Tabla 6-1: Valores máximos permisibles de contaminantes atmosféricos según la OMS

Contaminante	Valor	Unidad	Tiempo de medición
Material Particulado Sedimentable	0,5	mg/cm ² / mes	Máxima concentración de una muestra colectada durante 30 días de forma continua
Material Particulado Volátil 10µm (PM ₁₀)	20	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	50		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas
Material Particulado Volátil 2,5µm (PM _{2,5})	10	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	25		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas
Dióxido de azufre	20	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 24 horas
	500		Concentración en 24 horas de todas las muestras colectadas
	500		Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 10 minutos
Dióxido de nitrógeno	40	µg/m ³	Promedio aritmético de todas las muestras colectadas en 1 año
	200		Concentración máxima en 1 hora de todas las muestras colectadas
Ozono	100	µg/m ³	Concentración máxima en 8 horas consecutiva

Fuente: OMS (2005, pp. 14-19)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización del estudio

La investigación se llevó a cabo en el cantón Francisco de Orellana con coordenadas Geográficas UTM WGS 84 18S, 0°27'59.2"S 76°59'13.9"W, los límites geográficos límites son: por el norte la provincia de Sucumbíos y el cantón Joya de los Sachas. Por el sur las provincias de Napo y Pastaza y el cantón Aguarico. Por el este el cantón Aguarico y por el oeste el cantón Loreto y la provincia del Napo.

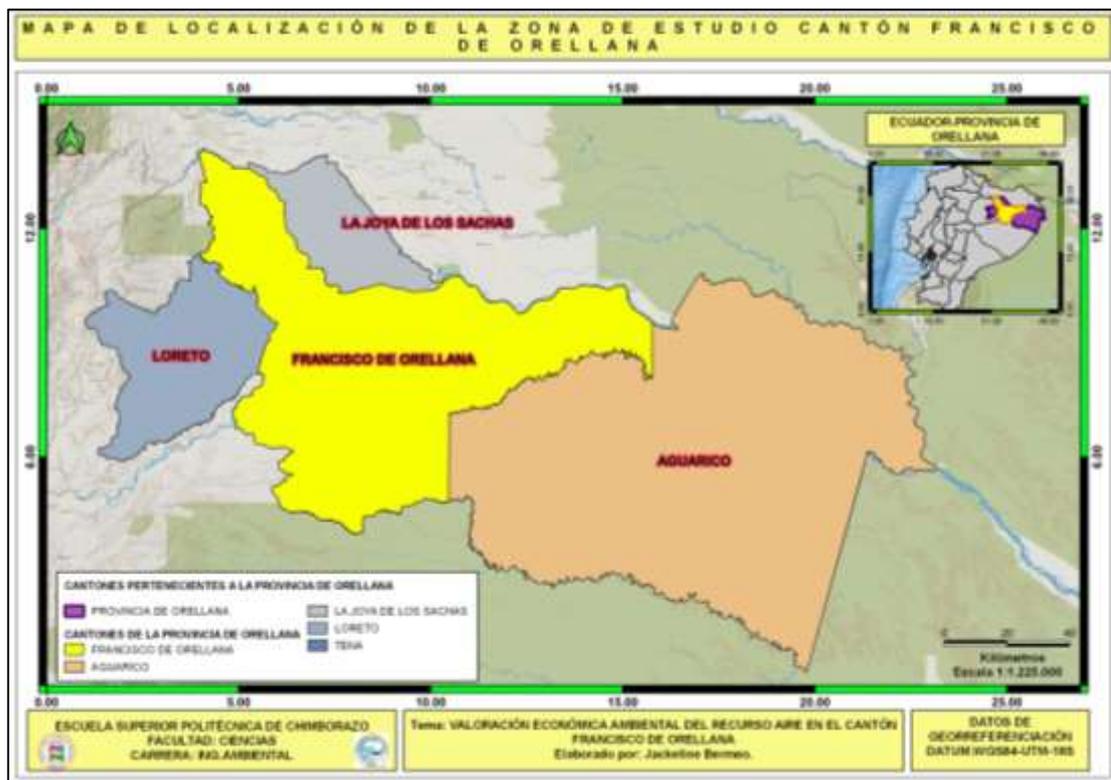


Figura 1-2: Delimitación geopolítica del cantón Francisco de Orellana

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

El cantón Francisco de Orellana perteneciente a la provincia de Orellana se encuentra dentro de la zona 2 establecido por la SEMPLADES, El área cantonal ocupa una superficie total de 7.047 km² (704.755 ha), en un rango altitudinal que va desde los 100 a los 720 m.s.n.m. En general el clima del cantón es esencialmente tropical cálido húmedo. La temperatura promedio anual asciende a los 26 °C. Los niveles de precipitación en las zonas bajas son constantes, con un promedio anual de 3000 mm de lluvia al año.

2.2. Tipo y diseño de la investigación

Para este estudio se han planteado varios criterios, acorde al alcance y las variables que se han planteado lo que nos permite definir un tipo y diseño de la investigación en relación con el requerimiento y metas esperadas de presente trabajo de titulación: Según la manipulación de las variables este es no experimental puesto que el control de las variables no existió durante el tiempo de la investigación. De acuerdo con el método de investigación esta es mixta ya que abarca el método de investigación cuantitativo y cualitativo incluyendo información preliminar de la calidad de aire de las zonas, revisiones bibliográficas y comparación de datos de monitoreos y encuestas (Nieto, 2018, p. 2-4).

2.2.1. Por el tipo de investigación

Al ser un trabajo de tipo investigativo es imprescindible que este empiece con el planteo de la hipótesis de trabajo, y se realice una exploración de las variables involucradas. Considerando lo anteriormente mencionado la investigación es de tipo explicativa ya que engloba la recolección de datos e información, en este caso por medio de encuestas a los moradores y sectores sociales los cuales están involucrados en este estudio, con la finalidad que los resultados obtenidos previo análisis estadístico nos permitan valorar económicamente del recurso aire, así como el grado de alcance que este tiene sobre la población.

2.2.2. Por el diseño de investigación

Según el diseño, la investigación es de tipo no experimental, se plantean que las inferencias encontradas y las hipótesis planteadas buscan contrastar los datos reales recopilados de una muestra representativa para que esta sea aceptada o rechazada. Finalmente, esta investigación plantea generar concientización sobre la calidad de los recursos naturales aprovechados por el hombre (aire), al analizar diferentes comportamientos de la sociedad reflejados por las encuestas podemos determinar de manera óptima, los estratos o grupos sociales que está más a favor de un rubro destinado a preservar la calidad de aire. Por su periodo, la investigación es de tipo transversal, debido a que se determinara la disposición a pagar en un momento determinado y no se seguro que se vaya a actualizar el valor DAP a futuro (Gladys Patricia Guevara Alban et al., 2020).

2.3. Unidad de análisis

Miembros o jefes de hogar que son los usuarios directos o potenciales del recurso aire de los tres estratos de interés:

- Sector urbano: Centro del cantón Francisco de Orellana
- Sector urbano marginal: Parroquia Nuevo Paraíso
- Sector rural: Parroquia Nuevo Paraíso, sector de la comunidad Unión Chimborazo

2.4. Población de estudio

Todas las personas del cantón Francisco de Orellana que sean usuarios directos del aire en los 3 estratos (urbano, urbano marginal y rural) y cumplen con los siguientes criterios de selección.

2.4.1. Criterios de establecimiento de la población de estudio

Los criterios para el establecimiento de la población de estudio se basaron en las necesidades y variables consideradas para cada estrato social al que se va a encuestar, como se indica a continuación:

- Se delimitó el muestreo del centro del cantón hacia la parte occidental con el motivo de evitar posibles conflictos sociales o inseguridad.
- Movilidad vehicular
- Trazado de las vías de acceso a cada una de las zonas tomadas en cuenta para el muestreo.
- Direccionalidad de muestreo y elegir un solo sitio por estrato.
- Establecimiento del área para cada estrato de muestreo, se consideró 4 cuadras (zona urbana, urbano marginal, rural).
- En caso de baja densidad poblacional, generalmente en el área rural, se elegirán trayectos calles/ caminos que conduzcan con una mayor cantidad de habitantes.

2.4.2. Determinación de la población total de estudio

El tamaño de la población se estableció mediante el conteo de hogares en cada una de las áreas asignadas por estrato. Determinándose un total de 116 viviendas, distribuidas como sigue: 61, 33 y 22 para los estratos urbano, urbano marginal y rural, respectivamente.

Como se indicó anteriormente, se seleccionó únicamente un miembro por hogar, de manera que se asume el tamaño de la población a partir del número de viviendas.

2.5. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue determinado mediante la herramienta *Sample Size Determination* del Software STATS 2.0, recomendado por (Hernández Sampieri et al., 2014, pp. 178-179). Para el cálculo

se partió del tamaño de la población (116) determinado en el apartado anterior, también se estableció un nivel de confianza del 95 %, con un máximo de error aceptable de 5 % y con un porcentaje de éxito y/o fracaso del 50 %. Obteniendo una muestra de 89, de igual manera se puede obtener el mismo resultado mediante calculo manual, con la fórmula de tamaño de muestra a partir de una población finita.

Figura 2-2: Tamaño de muestra de población finita con STATS 2.0
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

N = Cantidad total de la población

$Z_a^2 = 1.962$ (cuando la seguridad es del 95%)

p = Proporción esperada o probabilidad de éxito (en este estudio 50% = 0.5)

q = 1 – p (en este estudio 1-0.5 = 0.5)

d = Error máximo permitido (en este caso 5 %) (Aguilar-Barojas, 2005, pp. 333-338).

2.6. Método de muestreo

2.6.1. Selección de muestra- método estratificado

Se eligió el muestreo estratificado, que se caracteriza por que su procedimiento de muestreo separa la población en segmentos o estratos mutuamente excluyentes, los cuales guardan relación entre sí, luego se aplica muestreo tipo aleatorio simple dentro de cada estrato. Las muestras que se han obtenido de los diversos estratos se unen en un sola definiendo el alcance de la investigación

Para cumplir con el objetivo planteado se procedió con los siguientes pasos:

- Se identificó la población de estudio
- Identificamos las variables de estratificación las mismas que deben guardar relación con la investigación planteada.
- Se estableció el marco de muestreo el cual debe incluir información sobre la o las variables de estratificación para cada elemento de la zona o población de estudio.
- Se dividió el marco de muestreo en estratos o categorías de estratificación, creando un marco de muestreo independiente para cada variable en esta parte cada elemento que conforma la población debe estar en un solo estrato.
- Se determinó el tamaño de la muestra para cada estrato en fusión a los elementos incluidos en la muestra.

Para calcular la proporcionalidad de la muestra para cada uno de los tres estratos de la población de estudio, en primer lugar, se debe calcular la desviación estándar mediante la siguiente ecuación:

$$ksh = \frac{nh}{Nh}$$

Donde:

ksh: Desviación estándar

nb: Muestra

Nb: Población

$$ksh = \frac{89}{116} = 0.7672$$

Para calcular el tamaño de las submuestras se multiplicó el resultado de la fracción anterior por la subpoblación de cada estrato, como se indica en la siguiente formula:

$$nh = Nh * fh$$

Donde el termino fh es el resultado de ksh (0.7672)

a) Submuestra del estrato urbano

$$\begin{aligned}nhu &= Nhu * fh \\ &= 61 * 0.7672 \\ &= 46.8 \approx 47\end{aligned}$$

b) Submuestra del estrato urbano marginal

$$\begin{aligned}nhum &= Nhum * fh \\ &= 33 * 0.7672 \\ &= 25.3 \approx 25\end{aligned}$$

c) Submuestra del estrato rural

$$\begin{aligned}nhr &= Nhr * fh \\ &= 22 * 0.7672 \\ &= 16.9 \approx 17\end{aligned}$$

- Se selecciona individuos al azar hasta completar el número específico de submuestra perteneciente a cada estrato, para la aplicación de la encuesta.
- Se aplicaron los factores estadísticos correspondientes para determinar el margen de error de la muestra, así como la validez de la encuesta.
- Finalmente se presenta los resultados para cada estrato establecido (Hernández-Ávila y Escobar, 2019, p. 75-79).

2.6.2. Proceso de caracterización del área y población de estudio

Una parte fundamental para la aplicación de las encuestas y hacia qué dirección debemos inclinar las preguntas es la caracterización de la población de estudio, para nuestro caso en particular se ha dividido en tres estratos, la zona urbana, urbana marginal y finalmente la zona rural del cantón Francisco de Orellana. De igual manera para la caracterización del área se mantuvo una correcta revisión bibliográfica donde se recopiló datos de monitoreos, contaminantes del aire, problemas

ambientales y rasgos económicos de la población circundante a la zona de estudio, esto con la finalidad de que los resultados obtenidos tengan la mayor certeza y que el rubro sugerido esté en función a la disposición de pagar de la población y como ellos estiman que una buena calidad del recurso aire se mantenga.

Cada sector se delimitó tomando en cuenta la población que puede estar afectada directa e indirectamente por esta actividad.

Por medio del uso del software Qgis se identificaron los puntos estratégicos y se delimitaron las calles y áreas de referencia para cada uno de los estratos, a su vez nos permiten generar los mapas correspondientes de cada sector delimitado. En los mapas obtenidos se destacarán las áreas cercanas importantes que pueden influir en el aspecto económico y social.

Finalmente, con el número de habitantes se procedió a generar las encuestas correspondientes que nos darán datos fundamentales de la perspectiva de la población frente a la imposición de un rubro económico por un recurso ambiental, además nos proporcionara información que nos permita definir las conclusiones con respecto al estudio realizado.

2.7. Etapas de la investigación

2.7.1. Establecimiento de la línea base de calidad de aire

Para el establecimiento de la línea base de calidad del Aire del cantón Francisco de Orellana se contempló información del: “Informe 2015 de monitoreo de calidad de aire, agua y sedimentos en la Provincia de Orellana”, desarrollado por el Gobierno Provincial, el documento contiene datos de emisiones atmosféricas, desde el 2011 hasta el 2015 (cinco años). También se incluyó información referente a los años posteriores al informe, a partir de los monitoreos ejecutados por la administración actual, con excepción de los años 2016 y 2017 (años sin monitoreo), obteniendo un segundo periodo del 2017 al 2019 (dos años).

Para la obtención de la información técnica, se realizó la gestión mediante oficios y solicitudes a la Autoridad Competente del Área de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Orellana. Obteniendo los informes anuales de calidad del aire de la Provincia de Orellana, sin embargo, para los intereses de la presente investigación se seleccionó únicamente los datos correspondientes a las estaciones de monitoreo ubicadas dentro del cantón Francisco de Orellana. Se depuro la base de datos, seleccionado 17 estaciones de monitoreo para elaborar tablas comparativas y gráficos de emisiones atmosféricas para cada uno de los seis contaminantes monitoreados, que se citan a continuación:

- Material Particulado 10 (PM₁₀)
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

- Monóxido de Carbono (CO)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)
- Ácido Sulfhídrico (H₂S)

Finalmente, se comparó los valores de emisiones (anuales) con los límites permisibles establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire (NECA), así como también con los valores referenciales de la Guía de calidad del aire de la OMS.

2.7.2. Procedimiento para aplicación del método de valoración contingente

Como se indicó en capítulo anterior, el método de valoración contingente (MVC) se emplea para estimar la disposición a pagar (DAP) por una mejora, conservación o reparación (compensación) de la integridad o calidad de un bien o servicio de no mercado. De manera que, en este estudio, se propuso su aplicación en la valoración económica ambiental del aire del cantón Francisco de Orellana, para lo cual se consideró tres estratos: Urbano (centro), Urbano marginal (parroquia urbana) y Rural (parroquia rural).

En vista que el aire es un recurso poco tangible, o, dicho de otra manera, difícil de percibir materialmente por la sociedad en general como ocurre con el agua o el suelo. Se hizo uso de las siguientes consideraciones, que respaldan la elección del método.

- El aire al carecer de un mercado real debe simular su cotización en un mercado hipotético
- El MVC es ampliamente utilizado para estimar valores de no uso (valor de opción, de existencia y de herencia)
- El método se fundamenta en un formulario (encuesta) diseñado para presentar el bien o servicio (aire) a sus usuarios directos y potenciales, a fin de obtener información de interés.
- Se obtiene el grado de disposición a contribuir y valor económico de disposición a pagar para conservar y evitar el deterioro del bien o servicio.
- El método sirve para establecer un valor (monetario) antes de que el recurso sufra algún cambio (ex ante).

2.7.2.1. Diseño del formulario

El encuesta o formulario de recolección de información fue el instrumento más relevante para alcanzar el desarrollo completo de la presente investigación, la información que se abordó fue variada, de manera que el instrumento presentó características mixtas, tanto por la orientación de la medición (evaluación), así como por el tipo de variables estimadas en cada sección y pregunta (ítem). El instrumento se compuso de 21 preguntas cerradas, distribuidas en 3 secciones, como se detalla a continuación:

- Sección A. Componente sociodemográfico y económico productivo

Los ítems de esta sección fueron dirigidos a establecer información personal que describa un perfil personal de los individuos encuestados y de la población de estudio, se desarrollaron 9 ítems a partir de las variables cualitativas y cuantitativas: género, edad, residencia, etnia, nivel de escolaridad, labor (ocupación), ingresos mensuales familiares, gastos mensuales familiares y cantidad de miembros de la familia.

- Sección B. Ambiente

Los ítems de esta sección fueron dirigidos a establecer información referente a cómo perciben los habitantes de los 3 estratos el contexto político y de gestión ambiental del cantón, se desarrollaron 4 ítems a partir de las variables cualitativas (nominales y ordinales): calidad del aire del sector, problemáticas socio ambientales de mayor importancia, conocimiento de estudios de contaminación del aire y percepción sobre el aporte estatal al control de la contaminación del aire

- Sección C. Consciencia ambiental y valoración económica de la calidad del aire

Los ítems de esta sección fueron dirigidos en parte a establecer la percepción de la población de estudio frente a la calidad del aire, y la relación con el entorno, se desarrollaron 4 ítems a partir de las variables cualitativas (nominales y ordinales): actividades que generan mayor contaminación, responsabilidad de contribución económica para conservación del aire por parte de los mayores generadores de contaminación, importancia de actividades familiares de recreación al aire libre y percepción familiar sobre la importancia de la conservación de la calidad del aire.

El resto de los ítems de esta sección y de la encuesta se diseñaron para abordar la disposición a contribuir monetariamente para la conservación de la calidad del aire por parte de la población de estudio de los 3 estratos, se desarrollaron 4 ítems a partir de las variables cualitativas (nominales y ordinales): disposición a contribuir económicamente para la conservación del aire, rango de valores (en dólares) a contribuir anualmente por familia, mecanismo de recaudación del dinero y la institución pública que administraría los recursos recaudados.

2.7.2.2. *Aplicación de la encuesta*

Se realizaron un total de 89 encuestas, divididas proporcionalmente en los tres estratos definidos como se indica a continuación:

Sector urbano: 47

Sector urbano marginal: 25

Sector rural: 17

Se realizó la capacitación del personal que encuestaría a los diferentes estratos, exponiendo la forma de asistir con información para el entendimiento de conceptos sin influir en la respuesta del sujeto encuestado, así como también sobre las medidas de bioseguridad que se debían tomar. Se definieron días y horarios estratégicos para la aplicación de la encuesta: al medio día (12:00 a 14:30) y en la tarde (16:00 hasta las 18:30) con el objetivo de abordar al mayor número posible de individuos, que estos dispongan con el tiempo necesario para leer con detenimiento el formulario y puedan responder de forma objetiva.

Es conveniente indicar que las encuestas cumplieron con el criterio de aleatoriedad y se consideraron únicamente a los individuos que contaran con la mayoría de edad (18 años). Los días de aplicación de la encuesta se asignaron kits de evaluación, alimentación e hidratación y bioseguridad a los encuestadores.

2.7.2.3. Procesamiento de las encuestas y elaboración de la base de datos

Se elaboró un libro de códigos en Excel con las directrices para calificar cada una de las respuestas de los ítems que componen la encuesta, la codificación se hizo en función al tipo de variable evaluada. A las variables cualitativas nominales (nombre) se asignan valores únicamente para diferenciar entre sus elementos, a las cualitativas ordinales (orden o jerarquía) se les asigno valores para clasificar sus elementos en orden de importancia, las categorías de elementos son mutuamente excluyentes y los intervalos de jerarquía no son equivalentes entre sí. Las variables cuantitativas pudieron ser discretas (números enteros) o continuas (números decimales) y pueden o no ser categorizadas por orden de importancia o jerarquía.

En bastante común que las variables cualitativas y cuantitativas puedan ser jerarquizadas mediante valores o atributos fijos o mediante intervalos (iguales o distintos), de manera que se puede establecer un escalamiento Likert o tipo Likert, donde se asignaron valores de 1 a 4 para los valores más bajos y altos, respectivamente. Mientras que para el resto de las variables los números no indican ninguna clase de orden y las opciones de respuesta fueron variadas.

Se elaboró una base de datos en Excel donde se tabulo la información obtenida para cada estrato, codificando las respuestas de acuerdo con el libro de códigos, la base de datos se guardó y se transfirió al software IBM SPSS Statistics (V. 25), para el tratamiento estadístico de la información.

2.7.2.4. Alfa de Cronbach

El coeficiente del alfa de Cronbach es una de las herramientas empleadas para determinar la confiabilidad de un instrumento (encuesta) que ha sido diseñado o adaptado de otros estudios similares, como en este caso que se adaptó del estudio de Pacheco Palacios (2020, pp. 117-118) que realizó la valoración económica del aire en el cantón Riobamba.

El coeficiente varía en una escala de 0 a 1, donde el cero representa nula confiabilidad, mientras que el 1 representa total confiabilidad, por lo que es deseable que el valor de nuestro instrumento este lo más cercano posible al 1. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014, pp. 295-296) no existe un valor exacto a partir del cual se le otorga la confiabilidad al instrumento, más bien depende del valor establecido en estudios similares. No obstante, varios autores coinciden en que si el valor se encuentra entre 0.70 a 0.90 el instrumento es confiable, por lo tanto, la mayoría de los investigadores fijan un valor óptimo de 0.80, ya que si el valor es inferior a 0.70 tendría baja confiabilidad o, por el contrario, si excede el 0.90 se tendría redundancia en los ítems.

Para el cálculo del índice de alfa de Cronbach se aplicó una encuesta piloto a 30 individuos de la población de estudio, los datos se tabularon en Excel y se exportó la base de datos a SPSS para determinar la confiabilidad del instrumento, en vista de la naturaleza mixta del instrumento, se analizaron únicamente los ítems de escala Likert y tipo Likert: la percepción de la calidad del aire, el aporte del gobierno para el control de la contaminación del aire, el aporte económico por parte del contaminador, la importancia de realizar actividades al aire libre, de conservar la calidad del aire y la disposición a pagar para contribuir a estudios y conservación de la calidad del aire.

A partir del valor del alfa de Cronbach de 0,719 de la tabla N, podemos indicar que el instrumento cuenta con la validez necesaria para aplicarlo en la valoración económica del recurso aire del cantón Francisco de Orellana.

Tabla 1-2: Estimación de estadísticas de fiabilidad de la encuesta

	N	%	Alfa de Cronbach	Alfa basada en elementos estandarizados	N de elementos	
Casos	Válido	30	100,0	,719	,712	6
	Excluido ^a	0	,0			
	Total	30	100,0			

^a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

2.7.2.5. Análisis estadístico descriptivo

Una vez generada la base de datos, se realizó una categorización de los resultados con el software estadístico SPSS, generando gráficos de distribución de frecuencias, así como tablas comparativas

para las variables de tipo descriptivas, mientras que para el caso del valor de disposición a pagar fueron necesarios análisis estadísticos adicionales, como se indica en el siguiente apartado.

2.7.2.6. Determinación de la disposición a pagar

Mediante el software SPSS se determinó la media del valor de disposición a pagar por estrato, y general, obteniendo el valor total de disposición a pagar para la conservación de la calidad y control de la contaminación del aire del cantón Francisco de Orellana.

2.7.2.7. Comparación de la disposición a pagar por estrato

Es común que los valores de disposición a pagar varíen entre diferentes estratos de la población, lo que puede resultar conflictivo a la hora de establecer el DAP, a veces conviene establecer un único valor para la población en general, en otras es mejor adecuarlo para diferentes estratos. Para tomar la mejor decisión, fue necesario analizar si existe diferencia estadística significativa entre las medias del DAP de los tres estratos.

Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para los 3 estratos (urbano, urbano marginal y rural) del cantón Francisco de Orellana mediante el software SPSS, debido a que existió diferencia estadística significativa entre al menos uno de los tres grupos, se aplicó una prueba de rangos múltiples F de Fisher (LSD) para identificar los grupos (estratos) que son diferentes estadísticamente.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Línea base de calidad del aire del cantón Francisco de Orellana

Se contó con información técnica del monitoreo de emisiones atmosféricas realizado por el consejo Provincial de Orellana, recopilando información para dos periodos: el primero contiene información desde el 2011 hasta el 2015, publicada en el Informe anual de Monitoreo de calidad de aire, agua y sedimentos que se encuentra publicado en el Geoportal de la misma institución (GADP Orellana, 2015), y el segundo periodo cuenta con información del 2018 y 2019, en total se cuenta con información de siete años. Es importante aclarar que la información del segundo periodo se encuentra en revisión y aún no ha sido publicada en el Geoportal. Además, en este periodo se tuvo discontinuidad en el monitoreo, en primera instancia se omitió el monitoreo del 2016 al 2017, por motivos relacionados al mantenimiento y calibración de equipos, mientras que para el 2020 el monitoreo tuvo que ser suspendido debido a complicaciones de logística, derivadas de la crisis sanitaria de la pandemia de COVID-19.

Para la elaboración de la línea base se sistematizó la información de los seis contaminantes monitoreados por el GADPO: Material particulado menor a 10 μm (PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrogeno (H_2S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Los cuatro primeros, corresponden a contaminantes criterio, es decir que están regulados por la normativa nacional, mientras que los dos restantes no, sin embargo, la institución sustenta su monitoreo en la relación de estos gases con las actividades de la industria hidrocarburífera.

Una vez procesada la información se logró obtener tablas resumen, y se elaboró gráficos de líneas donde se comparó la concentración anual de los contaminantes con los límites permisibles tomados de la NECA, y también con los valores límites fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los gráficos están estructurados, en el eje (X) con los años de monitoreo y en el eje de las (Y) con los valores correspondientes a las estaciones de monitoreo, las cuales están diferenciadas por colores, donde destaca la línea entrecortada de color rojo y la de color azul, que representan los límites máximos permisibles establecidos por la NECA y la OMS, respectivamente.

3.1.1. *Dióxido de Azufre*

El dióxido de azufre (SO_2) es un contaminante monitoreado en lugares con presencia de actividades hidrocarburíferas, fuentes fijas, móviles y con menor frecuencia en áreas expuestas a

emisiones de fuentes naturales (Núñez Caraballo et al., 2019, p. 87-88). Bajo esta consideración, el Gobierno Provincial de Orellana, decidió instalar estaciones de monitoreo, distribuidas estratégicamente en zonas cercanas a las comunidades expuestas a los gases de combustión de los mecheros usados en la explotación del petróleo (GADP Orellana, 2015, p. 21).

Los datos de concentración promedio anual de dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) fueron sistematizados en una matriz de Excel, que contiene registros de las 17 estaciones de monitoreo, ubicadas dentro del cantón Francisco de Orellana, por un periodo de 7 años (2011-2019). A excepción del 2011, todos los años cuentan con datos completos de emisiones, las cinco estaciones que no cuentan con datos corresponden a: Huashito, Yulebra 1, Puma 2, Auca central y Auca 51, y se debe a que entraron en operación a partir del año 2012.

En la tabla 1-3 se puede apreciar que para los siete años de monitoreo se registraron valores de dióxido de azufre que superan los límites permisibles de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, establecidos en la NECA y en la Guía de OMS, respectivamente, en todas las estaciones. Además, se calculó el promedio general de emisiones por cada estación, con el fin identificar las zonas que estuvieron y podrían seguir estando expuestas a una alta concentración del contaminante, representando riesgos a la salud pública y al ambiente.

La concentración más alta registrada ($743,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$) corresponde a la estación Yulebra 1, localizada en la parroquia Taracoa, mientras la concentración más baja ($249,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) corresponde a la estación Nuevo Paraíso, ubicada en la parroquia que lleva el mismo nombre; es decir, que hasta la concentración más baja supera 4 veces los límites permisibles nacionales vigentes, incluso excediendo los límites permisibles de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que establecía la NECA hasta el 2014 (NECA, 2011, p. 5).

Tabla 1-3: Emisiones acumuladas de dióxido de azufre del cantón Francisco de Orellana
Concentración de dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$)

Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Nuevo Paraíso	303,15	240,50	308,62	226,32	222,25	224,23	219,55	249,23
Huashito	-	317,20	295,12	225,54	221,09	223,81	328,10	268,48
Estación Coca	325,62	263,30	386,32	224,99	222,76	221,28	237,39	268,81
Lobo 3	296,19	313,10	697,78	254,59	223,30	221,72	282,59	327,04
Mono 1 - CPF	302,36	296,70	1543,48	228,13	224,24	226,97	226,97	435,55
Mono 6 - Sur	296,29	402,00	2145,32	299,74	222,62	224,27	224,27	544,93
Oso 9	293,73	289,10	393,24	227,54	222,05	224,28	218,709	266,95
Anaconda 1	297,67	288,00	291,59	226,66	220,56	221,61	384,86	275,85
Yuca Central	297,05	293,90	291,59	228,84	219,68	220,93	220,93	253,27
Yulebra 1	-	296,10	3173,13	233,04	221,28	221,48	317,80	743,81
Puma 2	-	234,00	2836,95	219,88	222,25	258,14	258,14	671,56
Nantu A	297,67	281,30	1294,33	238,53	224,63	221,86	223,55	397,41
Pindo Central	301,93	232,70	2001,05	237,15	226,50	225,96	454,51	525,69
Auca Central	-	291,00	1112,07	253,71	296,89	221,61	221,62	399,48
Auca Sur	298,95	278,60	356,69	226,60	223,89	219,05	219,05	260,40
Auca 51	-	286,60	335,70	227,56	220,21	221,92	221,92	252,32
Tiguino	299,06	310,70	323,26	225,94	223,99	220,35	219,35	260,38
NECA	60	60	60	60	60	60	60	60
OMS	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Debido a que se cuenta con datos de 17 estaciones de monitoreo fue necesario dividir las estaciones en dos grupos para su análisis, considerando la cercanía que mantienen entre sí, como resultado se logró proyectar los datos en dos gráficos de líneas, que se muestran a continuación.

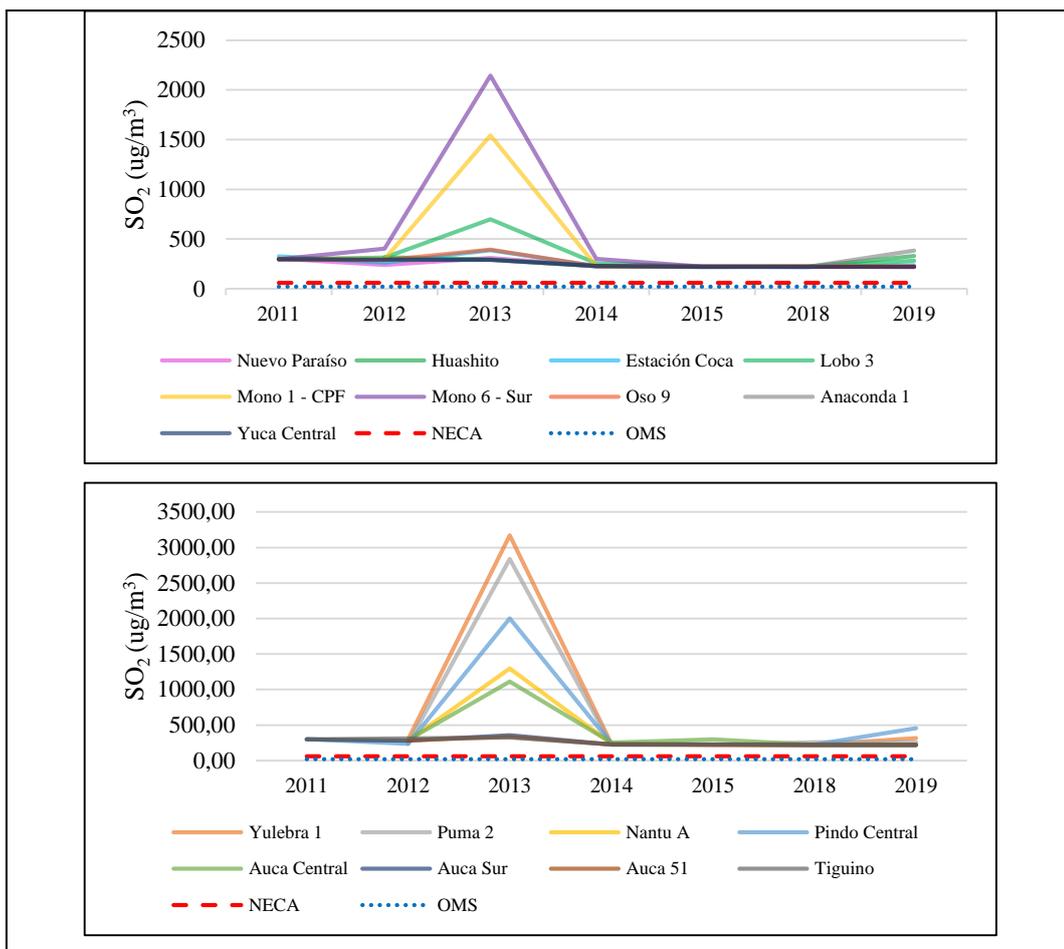


Gráfico 2-3: Dinámica (estación – año) del dióxido de azufre para el periodo 2011-2019
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Se puede decir que las emisiones anuales de dióxido de azufre mantienen una tendencia lineal, con fluctuaciones por debajo de los 500 µg/m³, a excepción del 2013 año que registró concentraciones extremadamente altas, de hasta 3173,13 µg/m³ en la estación Yulebra 1, seguido de Puma 2, Mono 6, Mono 1, Pindo central, Nantu A, Auca central y Lobo 3.

Las concentraciones de dióxido de azufre registradas exceden por mucho la concentración de 22,7 µg/m³ SO₂, la más alta reportada por Vinueza Arguello, (2018, p. 65) en el distrito metropolitano de Quito, y la de 20,11 µg/m³ SO₂, reportada en el estudio de Pacheco Palacios (2020, p. 47) para la ciudad de Riobamba.

El dióxido de azufre en altas concentraciones causa irritación de las vías respiratorias y daño estructural a las plantas (Amable Álvarez et al., 2017, p. 1164), enfermedades cardiacas, respiratorias, desarrollo de cáncer (Janotti, 2021, p. 2), e incluso corrosión de estructuras metálicas, por lo tanto, la población estaría expuesta a sufrir complicaciones de salud por efecto de la contaminación del aire.

3.1.2. *Dióxido de nitrógeno*

Las emisiones de dióxido de nitrógeno (NO_2) están asociadas a la quema de combustibles fósiles, es un contaminante secundario que representa aproximadamente un 80% del total de emisiones NO_x , de manera que se acostumbra a expresar los NO_x en unidades de NO_2 (Gutiérrez Oyarce et al., 2018, p. 508). Su monitoreo está justificado por las actividades industriales que abundan en el cantón.

Los datos de concentración promedio anual de dióxido de nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) fueron sistematizados en una matriz de Excel, que contiene registros de las 17 estaciones de monitoreo, ubicadas dentro del cantón Francisco de Orellana, por un periodo de 7 años (2011-2019). A excepción de los años 2011 y 2019, todos los años cuentan con datos completos de emisiones; en 2011 no se dispone de datos de cinco estaciones (Huashito, Yulebra 1, Puma 2, Auca central y Auca 51) debido a que entraron en operación a partir del año 2012, mientras que para el 2019 no se cuenta con datos de tres estaciones de monitoreo (Lobo 3, Nantu A y Tiguino), debido a que existieron complicaciones técnicas al momento de realizar el monitoreo.

En la tabla 2-3 se visualiza el registro de los siete años de monitoreo de dióxido de nitrógeno (NO_2), donde se superan los límites permisibles de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, establecidos en la NECA y en la Guía de calidad del aire de la OMS, en todas las estaciones de monitoreo, a excepción de la estación Nuevo paraíso, que registró $22,35 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ para el año 2019. Se calculó el promedio general de emisiones por cada estación, con el fin identificar las zonas que estuvieron y podrían seguir estando expuestas a una alta concentración del dióxido de nitrógeno, representando riesgos para la salud pública y al ambiente.

El valor máximo promedio de $222,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corresponde a la estación Nantu A, ubicada en la parroquia Dayuma, por el contrario, el valor mínimo promedio de $162,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corresponde a la estación Yulebra 1, que se encuentra en la parroquia Taracoa. A excepción del 2019, año con una notable disminución de concentración en cinco de las estaciones, se mantiene una tendencia similar.

Hasta el 2014 la NECA permitía concentraciones de dióxido de nitrógeno por debajo de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no obstante, las concentraciones registradas hasta ese año también superaron dicho límite máximo.

Tabla 2-3: Emisiones acumuladas de dióxido de nitrógeno del cantón Francisco de Orellana
Concentración de Dióxido de Nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$)

Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Paraíso	218,06	213,10	213,43	172,60	159,86	161,29	22,35	165,81
Huashito	-	211,6	212,28	162,23	159,03	160,99	74,71	163,47
Coca	216,1	211,3	210,9	161,83	160,23	159,16	160,14	182,81
Lobo 3	213,05	213,4	211,47	163,38	160,62	159,48	-	186,90
Mono 1 - CPF	218,73	218,10	222,15	164,09	161,30	163,26	163,26	187,27
Mono 6 - Sur	221,99	214,80	218,06	164,36	160,13	161,31	161,31	185,99
Oso 9	211,28	213,40	211,34	163,67	159,72	161,32	157,32	182,58
Anaconda 1	214,11	212,70	209,74	163,03	158,65	159,40	46,27	166,27
Yuca Central	213,67	211,40	209,74	164,60	158,02	158,91	158,91	182,18
Yulebra 1	-	213,00	212,09	162,68	159,16	159,31	68,37	162,44
Puma 2	-	178,10	237,65	158,16	159,86	185,68	185,68	184,19
Nantu A	433,21	208,30	211,83	162,11	161,57	159,58	-	222,77
Pindo Central	296,58	214,10	212,51	162,75	162,92	162,53	88,52	185,70
Auca Central	-	214,80	212,59	199,50	213,55	159,41	159,41	193,21
Auca Sur	215,04	212,40	212,10	163,00	161,04	157,56	157,56	182,67
Auca 51	-	212,10	210,66	163,68	158,40	159,62	159,62	177,35
Tiguino	215,11	207,00	209,81	162,51	161,11	158,50	-	185,67
NECA	40	40	40	40	40	40	40	40
OMS								

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes a las concentraciones anuales de dióxido de nitrógeno en las 17 estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Los gráficos indican una marcada tendencia de decrecimiento, del 2011 al 2013 la mayoría de las estaciones se encuentra entre 200 a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, luego ocurre una disminución significativa hasta concentraciones cercanas a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a partir del 2014 al 2018, finalmente, en el año 2019 la concentración de NO_2 cayó por debajo de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 5 de las 14 estaciones monitoreadas.

Las estaciones que disminuyeron considerablemente el 2015 corresponden a la estación Pindo Central, Huashito, Yulebra 1, Anaconda 1 y Nuevo Paraíso con: 88,52; 74,71; 68,37; 46,27 y 22,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$, respectivamente, es decir que solo Nuevo Paraíso cumple con la normativa.

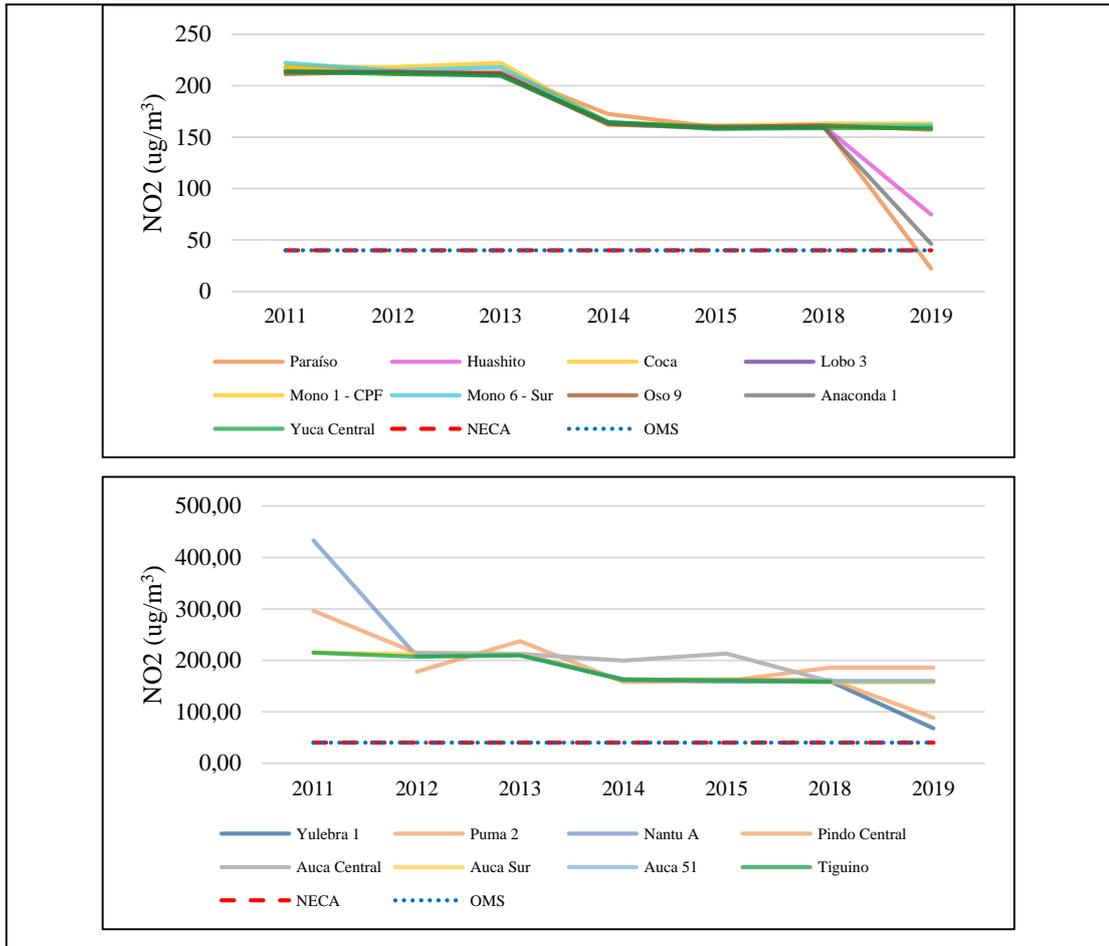


Gráfico 3-3: Dinámica (estación – año) del dióxido de nitrógeno para el periodo 2011-2019
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

La preocupación por la alta concentración de dióxido de nitrógeno se debe a la relación con la producción de ozono troposférico, material particulado y las afectaciones a la salud, como función pulmonar reducida, cuadros de bronquitis con toz y flema, reacciones alérgicas, entre otras (Sangoluisa Ibarra, 2018, p. 40).

Se producen en toda actividad de quema de combustibles fósiles, de manera que es habitual tener alta carga contaminante por NO₂ en las ciudades, parques industriales, viviendas e interiores. De acuerdo al estudio de Sangoluisa Ibarra (2018, p. 38) en Quito también existen zonas que exceden los límites de la NECA; sin embargo, según Vinueza Arguello (2018, p. 62) indica que las concentraciones de NO₂ registradas en la red de monitoreo para la calidad del aire de Quito presento valores inferiores a los límites permisibles de la NECA y la OMS de 40 µg/m³, durante el periodo de 2005 al 2017, de igual forma, las emisiones de dióxido de nitrógeno en la ciudad de Riobamba cumplen con la normativa (Pacheco Palacios, 2020, p. 48); no obstante, los hallazgos del presente estudio podrían tener relación con la alta explotación petrolera, sumado al tráfico vehicular y la industria del aceite de palma.

3.1.3. Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) se produce por combustión incompleta, cerca del 80% de sus emisiones proceden de actividades industriales, sistemas de calefacción, motores de combustión, etc., debido a sus propiedades tóxicas, la NECA lo incluye dentro de conjunto de contaminantes criterio que afectan la calidad del aire ambiente (Guirola Fuentes et al., 2019, p. 247).

En la tabla 3-3 se registran valores de monóxido de carbono de todas las estaciones, a excepción de los años 2011 y 2019, que carecen de datos debido a que ciertas estaciones no estaban operativas (Coca, Oso 9, Nantu A y Tiguino).

Todos los datos están por debajo del valor máximo permisible de 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La estación que presentó el valor promedio más alto de CO fue Mono 6 con 2314,96 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ubicada en la parroquia La Belleza, mientras que la estación con valor promedio más bajo fue Yuca Central con 1134,32 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ubicada en la parroquia Taracoa; verificando así, que este contaminante cumple con la Normativa Ecuatoriana de Calidad del Aire (NECA).

Tabla 3-3: Emisiones acumuladas de monóxido de carbono del cantón Francisco de Orellana
Concentración de Monóxido de Carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ CO)

Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Paraíso	1329,62	1268,30	1531,44	4447,19	1233,27	983,47	138,05	1561,62
Huashito	-	1492,1	1361,63	2268,4	1247,6	981,62	6067,69	2236,51
Coca	1317,67	1088,2	1927,71	1828,03	977	970,50	-	1351,52
Lobo 3	1299,06	1301,4	1317,92	3267,61	979,37	972,45	981,51	1445,62
Mono 1 - CPF	1333,71	1365,60	1354,56	1000,56	983,51	995,49	995,49	1146,99
Mono 6 - Sur	2217,16	1246,30	1674,63	8122,96	976,42	983,62	983,62	2314,96
Oso 9	1288,29	1301,50	1367,75	1069,84	973,90	983,68	-	1164,16
Anaconda 1	1305,55	1296,80	1278,91	3905,49	967,37	971,96	5338,68	2152,11
Yuca Central	1302,85	1289,20	1278,91	1071,14	1060,18	968,98	968,98	1134,32
Yulebra 1	-	1298,80	1293,26	8424,23	970,51	971,41	83,85	2173,68
Puma 2	-	1135,30	1684,63	1551,65	974,78	1132,21	1132,21	1268,46
Nantu A	1305,59	1373,50	1527,21	1915,09	985,21	973,05	-	1346,61
Pindo Central	1977,37	1407,00	1404,58	3031,16	993,46	991,04	3986,94	1970,22
Auca Central	-	1047,00	1375,79	4768,74	1302,15	596,47	596,47	1614,44
Auca Sur	1311,20	1295,00	1293,31	1797,79	981,95	960,74	960,74	1228,68
Auca 51	-	1262,10	1315,83	2346,87	965,84	973,31	973,31	1306,21
Tiguino	1311,65	1295,70	1552,10	3448,36	982,41	966,43	-	1592,78
NECA	10000							

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Mediante los gráficos de líneas se puede visualizar que a diferencia del 2014, existe una tendencia bastante homogénea, cercana a los 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de CO, las estaciones que presentaron gran incremento en las emisiones del 2014 corresponde a Yulebra 1, Mono 6, Auca Central, Nuevo Paraíso, Anaconda 1, Tiguino, Lobo 3 y Pindo central, y únicamente 3 estaciones (Huashito, Anaconda 1 y pindo central) presentaron incremento en el año 2019, por el contrario la estación Nuevo Paraíso y Yulebra 1, presentaron bajas concentración de monóxido de carbono.

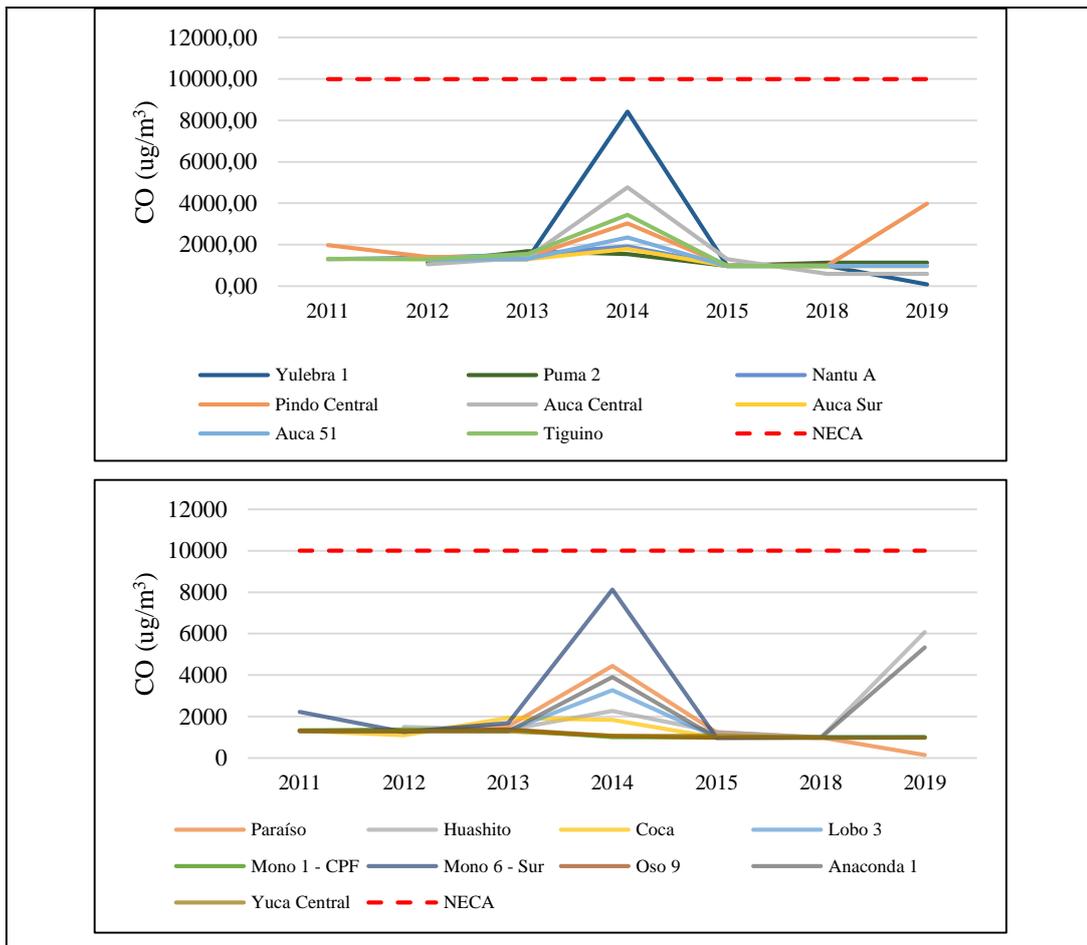


Gráfico 4-3: Dinámica (estación – año) del monóxido de carbono para el periodo 2011-2019
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Las concentraciones de CO registradas durante los periodos de monitoreo sugieren que existe un alto riesgo en la salud de los pobladores circundantes a las estaciones petroleras según (Rocha, 2015, p. 24), en su estudio de “Identificación, análisis y control de riesgos para trabajos en caliente dentro de la industria petrolera”, indica que la particularidad de este contaminante es su facilidad para esparcirse a través de la vía aérea, el concluye que concentraciones superiores a los 12000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de CO pueden fácilmente provocar un daño en un radio de 7-10 km a la redonda lo que ha ocasionado problemas de salud en los habitantes. La dificultad en la reducción de la concentración de CO radica en que la quema de los combustibles fósiles que en gran parte es una combustión incompleta, este tipo de combustión con mayor frecuencia se observa en la industria petrolera por

el tipo en si de actividad realizada, sin embargo se ha planteado métodos que reduzcan la cantidad de CO emanado a la atmósfera como es mejorando el procesos de combustión o adicionando una etapa extra en el que cierta parte del CO emanado se retenga antes que pueda salir a la atmósfera (Rocha, 2015, p. 34).

3.1.4. *Material Particulado*

En la siguiente tabla se expone las concentraciones de MP para las 17 estaciones pertenecientes a la zona de estudio, se dispone de información de los límites permisibles tanto de la NECA como de la OMS. En referencia al límite máximo permisible indicado por la NECA que es de 250 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en todas las estaciones sus valores se encuentran dentro de la normativa, con respecto al límite establecido por la OMS existe una clara diferencia puesto que el valor máximo pasa a ser de 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que indica que estaciones tales como Auca 51, Mono 6 sur, Mono 1CPF, Yulebra superan los valores establecidos en la normativa. A sí mismo se tiene que las concentraciones promedio para los años monitoreados tienen un rango promedio con valores que oscilan entre 14,09 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) como el valor más bajo, hasta los 33,53 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pertenecientes a la estación Pindo Central la cual obtuvo la concentración promedio mayor. Por su parte si comparamos con la normativa propuesta en la OMS de 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se tiene que las estaciones Coca, Lobo 3, Oso 9, Yuca central, Auca sur y Tiguino sus valores promedio están inclusive por debajo de la norma establecida, sin embargo, hay que tomar en cuenta que el material particulado evaluado es el PM_{10} , el cual se caracteriza por provenir de fuentes de combustión fijos o móviles, asociadas generalmente a combustiones no controladas.

Tabla 4-3: Emisiones acumuladas de material particulado del cantón Francisco de Orellana

Concentración de Material Particulado PM ₁₀ (µg/m ³)								
Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Paraíso	19,3	12,50	32,03	10,31	14,7	38,45	51,5	25,54
Huashito	-	21,1	11,94	10,9	27,15	54,2	43,6	28,15
Coca	14,24	14,5	12,93	10,2	5,5	32,75	20,8	15,85
Lobo 3	8,57	15,9	12,22	10,54	11,2	28,2	12	14,09
Mono 1 - CPF	45,55	18,40	8,29	14,9	17,61	28,3	30,3	23,34
Mono 6 - Sur	16,81	14,60	10,43	14,57	14,61	34,9	34,9	20,12
Oso 9	9,44	8,30	7,77	15,27	22,88	33,56	14,63	15,98
Anaconda 1	151,53	22,60	13,04	13,87	18,62	37,90	19,9	39,64
Yuca Central	15,79	14,70	13,04	15,10	15,69	32,30	32,3	19,85
Yulebra 1	-	16,60	11,3	10,1	23,54	58,85	8,9	21,55
Puma 2	-	19,50	23,93	8,64	20,35	44,6	44,6	26,94
Nantu A	13,83	26,80	20,91	8,81	22,21	34,6	14,1	20,18
Pindo Central	51,29	20,80	21,39	8,9	17,22	32,41	82,7	33,53
Auca Central	-	14,80	13,06	11,67	25,02	38,1	38,1	23,46
Auca Sur	10,35	13,10	18,62	9,69	22,25	27,60	27,60	18,46
Auca 51	-	15,30	8,57	14,09	17,05	52,4	52,4	26,64
Tiguino	10,72	27,90	9,92	7,6	15,47	33,60	12,2	16,77
NECA	50	50	50	50	50	50	50	50
OMS	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Gráficamente se observa que los datos de concentración de PM₁₀ para las 17 estaciones mantiene un tendencia regular sin demasiadas fluctuaciones, salvo los casos en particular de las estaciones Anaconda 1, Pindo central, y Mono las cuales tuvieron un ligero incremento en sus concentraciones sobre todo en los primeros años de establecido el proceso de monitoreo, sin embargo los valores expresados de Material particulado al ser comparados con la normativa NECA nos indica que estos no pueden ser mayores a 50 (µg/m³) valor de concentración promedio anual de este contaminante, en particular las 17 estaciones cumplen con la normativa a cabalidad en el periodo estipulado en los años de monitoreo correspondientes, salvo la estación Anaconda 1 la cual registra el valor más alto de concentración de 151,53 (µg/m³) correspondiente al año 2011 y la estación Pindo central con 82,7 (µg/m³) son las estaciones que presentaron los valores más elevados y por ende superó el límite expresado en la NECA. Por su contraparte la OMS propone valores máximos de 20 (µg/m³), que al mirar la tendencia de las gráficas los valores fueron significativamente mayores en la mayoría de las estaciones salvo casos en particular. Un aspecto por considerar es que la frecuencia de monitoreo a medida que los años han pasado refleja una reducción en la concentración de material particulado que, si bien están dentro de la Norma

Ecuatoriana de Calidad del Aire, esta debe ajustarse a estándares de calidad mayores que establezcan límites máximos permisibles muchos menores como los establecidos por la OMS. Conforme a lo indicado por (Sánchez Álzate, 2011, p. 196-198) los valores registrados en su estudio muestran un tendencia similar con concentraciones que rondan los 50 a 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en dicha investigación coincide en que las concentraciones más altas de material particulado están ligado con un periodo bajo o carente de lluvias y que el lugar preferente de sedimentación de este material particulado se registraba en las zonas urbanas o urbanas marginales del lugar, finalmente se indica que la tendencia a la alza en la concentración de PM_{10} acarrea problemas de salud siendo la población infante y adulta mayor quien sufre con mayor impacto este problema, hay que tomar en cuenta que la concentración y distribución del material particulado, depende de muchas variables por lo que se recomienda orientar las investigaciones tomando en cuenta los elementos mineralógicos y químicos encontrados en las muestras.

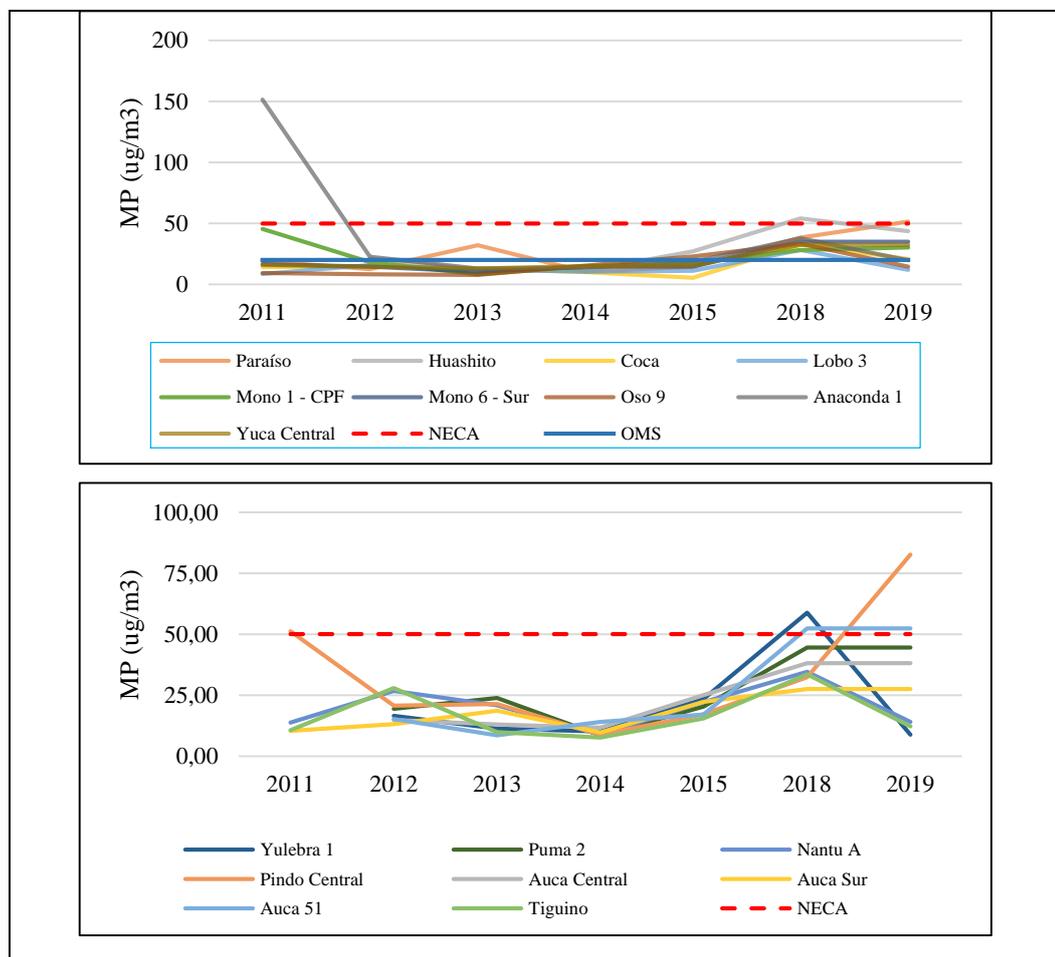


Gráfico 5-3: Dinámica (estación – año) del material particulado para el periodo 2011-2019
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

3.1.5. Ácido sulfhídrico

La siguiente tabla ilustra los datos asociados a los monitoreos correspondientes al H₂S en las 17 estaciones de estudio, cabe resaltar que no existe una normativa vigente ecuatoriana que tome en cuenta los valores de este contaminante, de la misma manera para el caso de la OMS, mediante bibliografía consultada se tomó como referencia los límites establecidos por EEUU por medio del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 2021), el cual propone como techo máximo de exposición para el H₂S de 7000 (µg/m³), teniendo en cuenta lo antes expuesto los valores para el año 2011 al 2019 en las 17 estaciones cumplen con la normativa planteada con picos mayores a 1000 (µg/m³) para todas las estaciones en los años 2011, 2012, 2013 respectivamente. Para el año 2015 se observa una ligera reducción en la concentración de H₂S, teniendo como pico más alto el valor de 1041,72 (µg/m³) para la estación Auca Central, el resto de las estaciones tuvieron un rango comprendido entre 770 a 807 (µg/m³). Para el año 2018 y 2019 las concentraciones siguieron disminuyendo, estableciéndose en un rango comprendido de 768,6 a 905,8 (µg/m³).

Tabla 5-3: Emisiones acumuladas de sulfuro de hidrogeno del cantón Francisco de Orellana

Concentración de Ácido Sulfhídrico H ₂ S (µg/m ³)								
Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Paraíso	1063,7	1039,60	1032,48	794,09	803	786,75	770,4	898,57
Huashito	1032,3	1035,5	791,36	775,77	807,6	785,3	785,1	858,99
Coca	1054,13	1030,6	1028,76	789,43	802,5	776,4	781,2	894,72
Lobo 3	1039,25	1041,1	1031,56	917,76	802,4	778	784,9	913,57
Mono 1 - CPF	1066,97	1063,70	1035,12	800,45	786,81	796,4	796,4	906,55
Mono 6 - Sur	1255,07	1047,70	1036,8	801,75	781,13	786,9	786,9	928,04
Oso 9	1030,63	1041,20	1030,9	798,39	779,12	786,94	760,84	889,72
Anaconda 1	1044,44	1037,40	1023,13	795,29	773,89	780,26	785,4	891,40
Yuca Central	1042,28	1031,40	1023,13	802,94	770,81	775,20	775,2	888,71
Yulebra 1	-	1039,00	1034,61	793,55	776,41	777,1	779,4	866,68
Puma 2	-	1048,20	1159,27	771,51	779,74	905,8	905,8	928,39
Nantu A	1044,47	1045,10	1033,31	790,76	788,17	773,1	784,4	894,19
Pindo Central	1059,39	1044,50	1036,63	793,92	794,73	793,74	797,4	902,90
Auca Central	.	1048,00	1037,01	800,63	1041,72	777,6	777,6	913,76
Auca Sur	1048,96	1036,00	1034,65	795,10	785,56	768,60	768,60	891,07
Auca 51	.	1034,70	1027,63	798,46	772,68	778,7	778,7	865,15
Tiguino	1049,32	1036,50	1023,46	792,76	785,92	773,10	769,6	890,09

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Gráficamente el diagrama de dispersión muestra los datos por debajo del límite propuesto, se observa que para los años 2011, 2012 y 2013 se encuentran los valores de concentración más altos destacándose aquí que las 17 estaciones monitoreadas superan los $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de este contaminante, posteriormente para el año 2014 la tendencia de la gráfica muestra un descenso en los niveles de H_2S monitoreados observándose valores que no superan los $917,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, continuando con esta modalidad para el año 2015, 2018 y 2019 la tendencia marca una constante en sus valores de concentración con valores comprendidos $768,6$ a $905,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Claramente se aprecia que los niveles de H_2S a medida que los años han avanzado han sufrido un decrecimiento, es importante establecer un límite de concentración por medio de una normativa dado que el estar expuestos a cantidades regulares de H_2S puede conllevar a la generación de problemas de salud. Según (Sánchez Álzate, 2011) considera que el sulfuro de hidrógeno estaría relacionado con las condiciones ambientales propias de la región, las altas temperaturas de la zona y los procesos de combustión de las actividades industriales, en su estudio las concentraciones se compararon en base al Índice de la Calidad del Aire (INCA), establecido según la (R. M. N° 181 - 2016 MINAM) del Perú donde se considera cuatro rangos codificados por colores una banda verde para los valores de 0 a 250 e indica que la calidad del aire durante la muestra es buena, la banda de color amarillo con un rango de valores de 251 a 500 hace referencia a una calidad moderada del aire, una banda de color anaranjado está comprendida entre los valores 501 a 1000 que indican el umbral máximo de cuidado y finalmente una banda de color rojo con concentraciones superiores a $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que indican una pésima calidad de aire, en función a lo expuesto en este estudio nuestros valores de concentración recaen en la banda anaranjada es decir que las condiciones de calidad del aire son regulares y de ser superadas supone un riesgo de salud para la población en general.

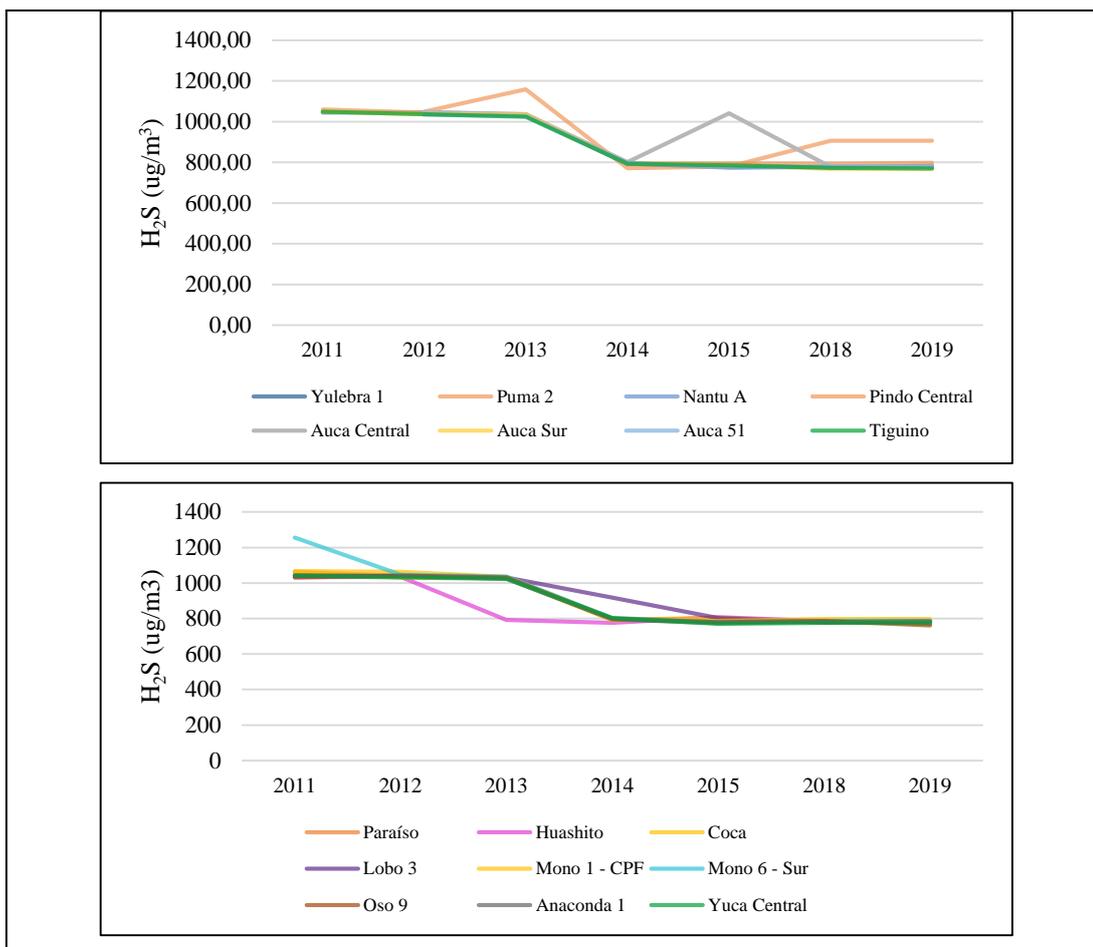


Gráfico 6-3: Dinámica (estación – año) del sulfuro de hidrógeno para el periodo 2011-2019
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

3.1.6. Compuestos orgánicos volátiles COVs

En la tabla se reflejan los valores correspondientes a los niveles de COVs registrados para los años 2011- 2019, teniendo en cuenta al igual que en los anteriores contaminantes descritos que existe un sesgo de información de los años 2016-2017, de los cuales no se tiene un registro de monitoreos, en base a lo descrito y con los valores de COVs registrados se destacan los años 2012 y 2013 en donde todas las 17 estaciones tuvieron registros de COVs superiores a los 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en su concentración, se destacan dentro de este grupo las estaciones Coca, Nuevo Paraíso y Lobo 3. Para el año 2014 se aprecia un descenso drástico en la concentración de los COVs, sin embargo al no incluirse información alguna en ninguna de las 2 normativas tomadas como base, se optó por comparar dichos niveles con el estudio de la exposición de COVs y prevención del riesgo laboral (Vargas Ramos y Marrugo Negrete, 2015), indica que exposiciones largas con concentraciones moderadas de entre 500 a 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pueden ocasionar problemas de concentración, mareos y pérdida de la noción del tiempo, por otro lado concentraciones superiores a 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en largas sesiones de tiempo pueden conllevar a la aparición de cáncer esto influenciado en parte por el tipo de compuesto orgánico volátil predominante por ejemplo la exposición a Tolueno Xilenos

Etilbenceno en grandes cantidades puede provocar daños en el sistema nervioso, producir muerte celular e inclusive daño genético.

Tabla 6-3: Emisiones acumuladas de COVs del cantón Francisco de Orellana

Concentración de Compuestos orgánicos volátiles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ COVs)								
Estación	Año							Promedio
	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	
Paraíso	1215,5	1039,60	1117,13	794,09	803	741,7	770,4	925,92
Huashito	-	1032,3	1035,5	791,36	807,6	785,3	785,1	872,86
Coca	1054,13	1030,6	1028,76	789,43	802,5	1446,65	755,6	986,81
Lobo 3	1062,05	1062,8	1031,56	796,96	802,4	778	785,2	902,71
Mono 1 - CPF	1093,61	1063,70	1083,64	800,45	786,81	796,4	796,4	917,29
Mono 6 - Sur	1116,21	1047,70	1036,8	801,75	781,13	786,9	786,9	908,20
Oso 9	1055,46	1041,20	1030,9	798,39	779,12	786,94	767,4	894,20
Anaconda 1	1044,44	1037,40	1023,13	795,29	773,89	780,26	785,3	891,39
Yuca Central	1093,76	1031,40	1023,13	802,94	770,81	775,20	775,2	896,06
Yulebra 1	-	1039,00	1034,61	793,55	776,41	777,1	779,4	866,68
Puma 2	-	1048,20	1159,27	771,51	779,83	905,8	905,8	928,40
Nantu A	1044,47	1045,10	1033,31	790,76	788,17	773,1	784,4	894,19
Pindo Central	1084,4	1044,50	1036,63	793,92	794,73	793,74	797,4	906,47
Auca Central	-	1048,00	1037,01	800,63	1041,72	777,6	777,6	913,76
Auca Sur	1073,95	1036,00	1034,65	795,10	785,56	768,60	768,60	894,64
Auca 51	-	1034,70	1027,63	798,46	772,68	2397,326	2397,326	1404,69
Tiguino	1105,58	1036,50	1023,46	792,76	785,92	773,10	769,6	898,13

Fuente: GADP Orellana (2015, pp. 33-42)

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Gráficamente se visualiza que los valores se sujetaron a un decrecimiento en su concentración, lo que se refleja que los datos muestrales se encuentran por debajo de los límites de control propuestos, se tiene que para los años comprendidos entre 2011 hasta el 2013 los valores de COVs para las 17 estaciones tuvieron sus picos más elevados, superiores a los $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, destacándose estaciones tales como Huashito, Nuevo Paraíso, Coca, Lobo 3. Los datos llegados el año 2014 sufren su descenso más importante situándose en un rango de 700 a $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tendencia que se ha mantenido para los años siguientes 2015, 2018 y 2019 salvo el caso en particular de la estación coca y la estación Auca 51 las cuales para el año 2015 tuvieron un repunte de 1446,65 y 2397,326 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

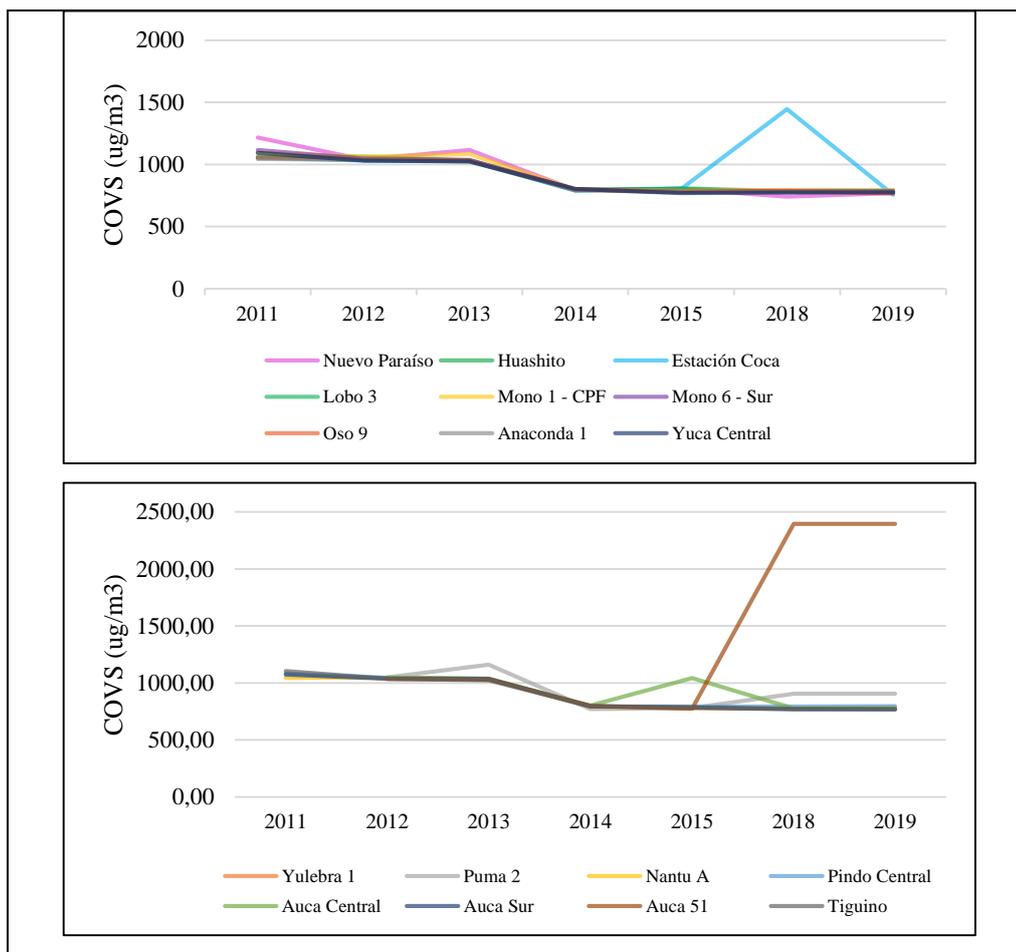


Gráfico 7-3: Dinámica de los compuestos orgánicos volátiles para el periodo 2011-2019
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Es importante destacar cuando se refiere a los COVs, que estos no involucran un tipo de contaminante en específico, tal como lo manifiesta (Colman et al., 2011) los COVs pueden estar compuestos por etano, etano, propano, acetileno, alcanos, bencenos, tolueno y butano, hidrocarburos clorados etc., y la presencia de estos compuestos en mayor o menor proporción determinaran el grado de daño generado tanto al medio ambiente como para la salud de la población. Para (Sbarato y Rubio, 2018), el aumento en la concentración de COVs presentes en el ambiente responde a las actividades antropogénicas en las que se destaca la industria petrolera la cual es fuente de la mayoría de los productos químicos en uso, siendo las naftas uno de los derivados de esta industria que más se producen y consumen.

Las naftas están constituidas aproximadamente por un 70% de compuestos alifáticos saturados y 30 % son hidrocarburos aromáticos como el benceno, tolueno, etilbenceno e isómeros del xileno (BTEX), por lo antes mencionado la medición de COVs debería abarcar la caracterización por el tipo en especial de contaminante presente, los valores en este estudio reflejan que de existir cloro bencenos, xilenos la concentración no debería superar los 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en su concentración dadas sus implicaciones médicas y dañinas para el ecosistema.

3.2. Aplicación del método de valoración contingente para la valoración económica ambiental del recurso aire del cantón Francisco de Orellana

3.2.1. Resultados de la aplicación de la encuesta

La encuesta fue aplicada a un total de 89 personas, distribuidas en: 47, 25 y 17 formularios para los estratos urbano, urbano marginal y rural, respectivamente. La información fue tabulada en Excel siguiendo las directrices del libro de códigos, la base de datos generada fue exportada a SPSS para su análisis estadístico.

En el software SPSS se agregaron etiquetas y valores a las variables, y estas se reclasificaron de acuerdo con el tipo de información que contienen, luego se realizaron gráficos de barras cruzadas para relacionar las variables de cada ítem con los tres estratos, obteniéndose un total de 20 gráficos.

3.2.1.1. Componente sociodemográfico y económico productivo

Del total de 89 encuestados el 57,3 % corresponde al género femenino, mientras que el 42,7 % restante al masculino, además, para el género masculino se puede observar cierta proporcionalidad entre el estrato urbano marginal y el rural con porcentajes de 11,24 y 10,11 respectivamente. No se registró individuos que se identifique con un tercer género.

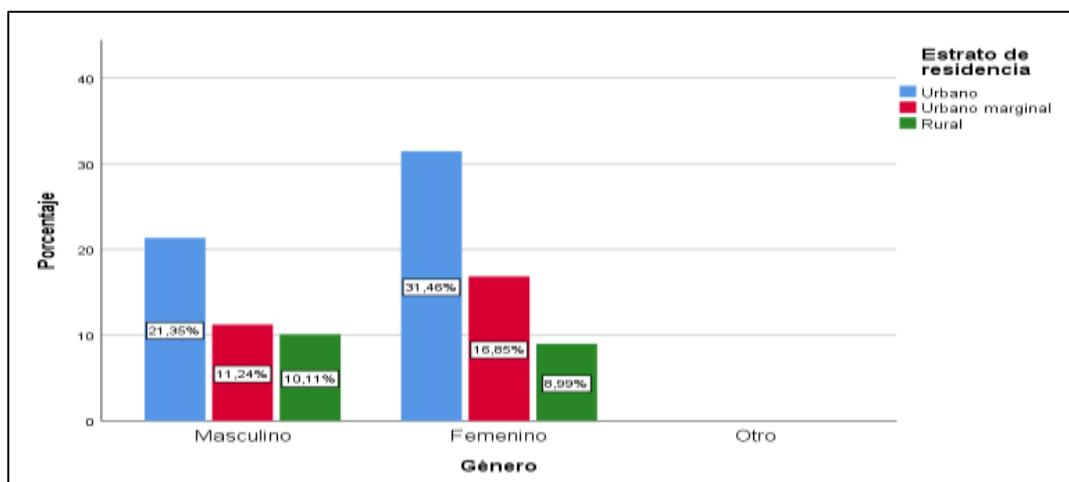


Gráfico 8-3: Porcentaje de género por estrato

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Del total de individuos encuestados la mayor parte estuvo representado por personas que entran en las categorías de mayores, adultos, adultos mayores y jóvenes, establecidas en el presente estudio, con porcentajes de: 52,8; 27,0; 14,6 y 5,6 respectivamente. La categoría de adultos

(personas de 30 a 45 años) y mayores (personas de 46 a 60 años) presentan una distribución proporcional para cada estrato, mientras que en la categoría de jóvenes (personas de 18 a 29 años) tanto el estrato urbano marginal como el rural presentan la misma proporción con 1,12%.

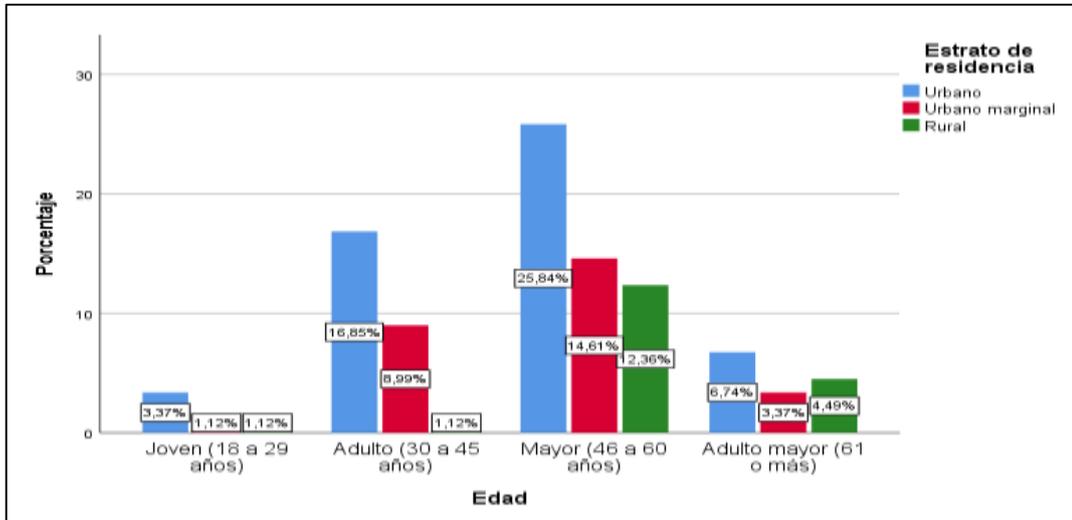


Gráfico 9-3: Porcentaje de edad por estrato
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Finalmente, la categoría de adultos mayores (personas de 61 años en adelante) presenta una mayor proporción en el área rural en lugar del área urbano marginal, con porcentajes de 4,49 y 3,37 respectivamente. Es conveniente mencionar que la tendencia decreciente de proporcionalidad entre el estrato urbano, urbano marginal y rural es de esperarse, la cantidad de encuestas realizar por cada estrato mantiene una proporcionalidad decreciente, como se indica en el capítulo de metodología en la sección de tamaño de la muestra.

Para averiguar la etnia con la que se identifican los individuos encuestados se estableció las categorías de: Mestizo, Indígena, Blanco, Afro ecuatoriano y otra. El 87,6 % de los encuestados se identificó como Mestizo, el 7,9 % como Indígena y el 4,5 % como Afro ecuatoriano; no se registraron personas que se identifiquen como Blancos u con otra etnia.

La distribución por estrato fue homogénea para los Mestizos, para Indígenas solo se registró en el estrato rural, y para Afro ecuatorianos, aunque en menor proporción, se registró tanto en el estrato urbano marginal como en el rural.

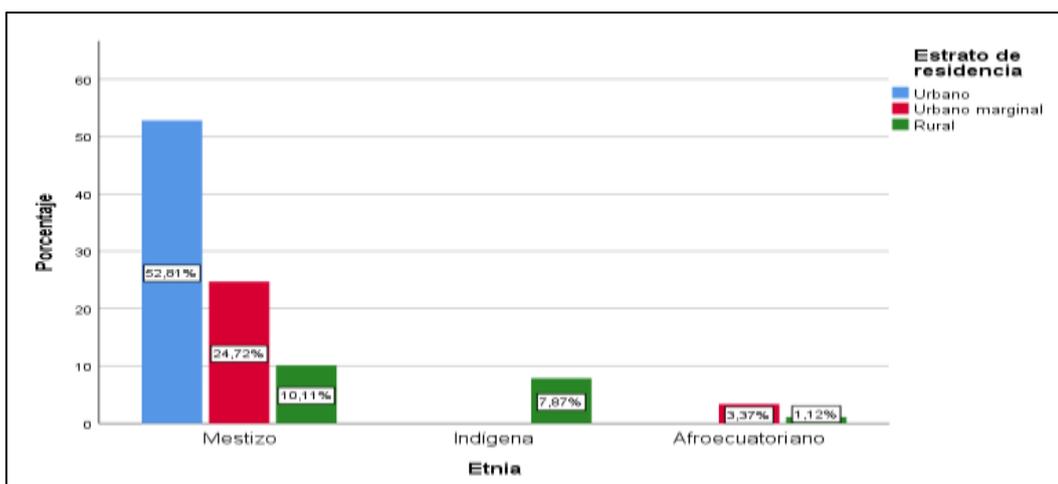


Gráfico 10-3: Porcentaje de etnia por estrato
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

De los 89 individuos encuestados en los tres estratos el 58,4 % cuenta con educación secundaria, el 29,2 % con educación primaria, un 9 % con educación de tercer nivel y un 3,4 % no cuenta con ningún tipo de formación académica.

El nivel de educación secundaria presentó proporcionalidad en los tres estratos, en cuanto al nivel de primaria la mayor proporción de personas que únicamente cuentan con este nivel de educación se concentra en el estrato rural, seguido del urbano y del urbano marginal, para el nivel de educación superior se registró un 7,87% en el estrato urbano y un solo un 1,12 % en el sector urbano marginal.

La proporción de personas que no cuentan con educación formal representa el 1,12 % en cada uno de los tres estratos.

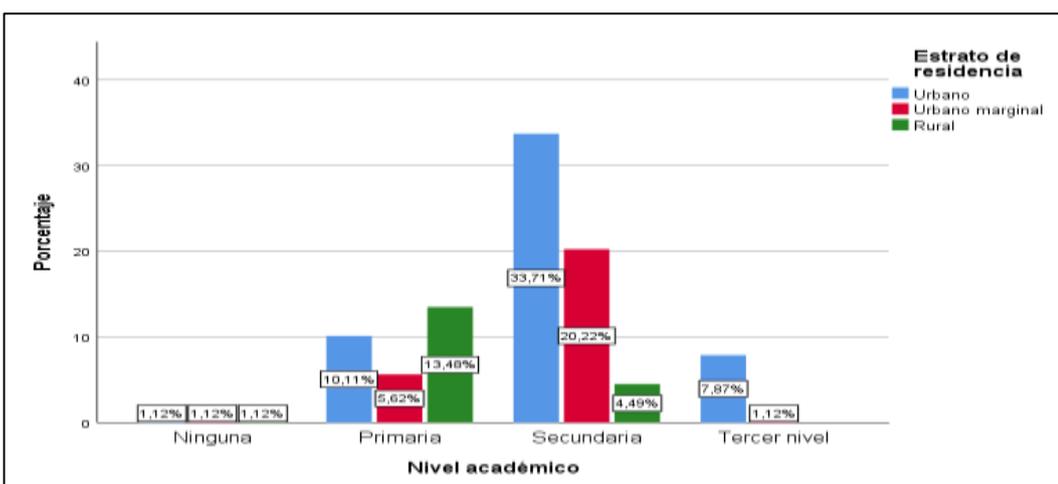


Gráfico 11-3: Porcentaje de nivel académico por estrato
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Las principales actividades económicas del cantón están relacionadas con la industria petrolera, seguido por la agricultura y negocios tradicionales. De acuerdo con la encuesta que se aplicó a 89 personas, se obtuvo que 23,6 % de la población de estudio se dedica al comercio, el 14,6 % al área petrolera, el 13,5 % al transporte, 12,4 % a la agricultura y que haceres domésticos, respectivamente, un 4,6 % a la construcción y un 19,1 % a otra (docencia, costura, lavandería, instructores deportivos, y ganadería, etc.), estas se podrían incluir en estudios futuros.

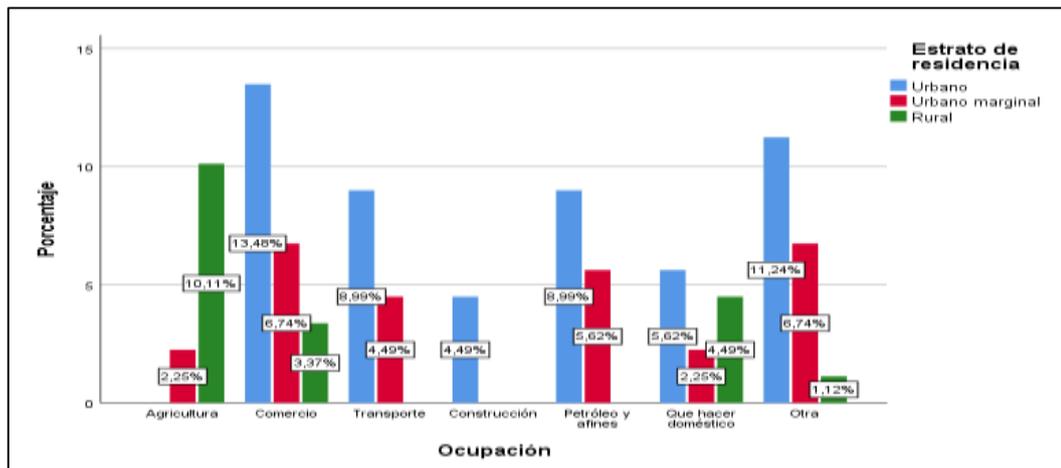


Gráfico 12-3: Porcentaje de ocupación por estrato
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Se consultó el valor de los ingresos mensuales familiares, y se obtuvo que el 28,2 % de la población de estudio ganaba entre 401 a 800 dólares, el 33,7 % ganaba entre 801 a 1200 dólares, el 21,3 % de encuestados contaban con ingresos menores a 400 dólares, es decir, un ingreso menor al salario básico (425 dólares), y un 6,7 % de la población cuenta con ingresos mayores a 1200 dólares. El estrato rural presentó ingresos más bajos, mientras que el urbano indica una gran proporción en el rango de 801 a 1200 dólares, y es el único con salarios mayores a 1200 dólares.

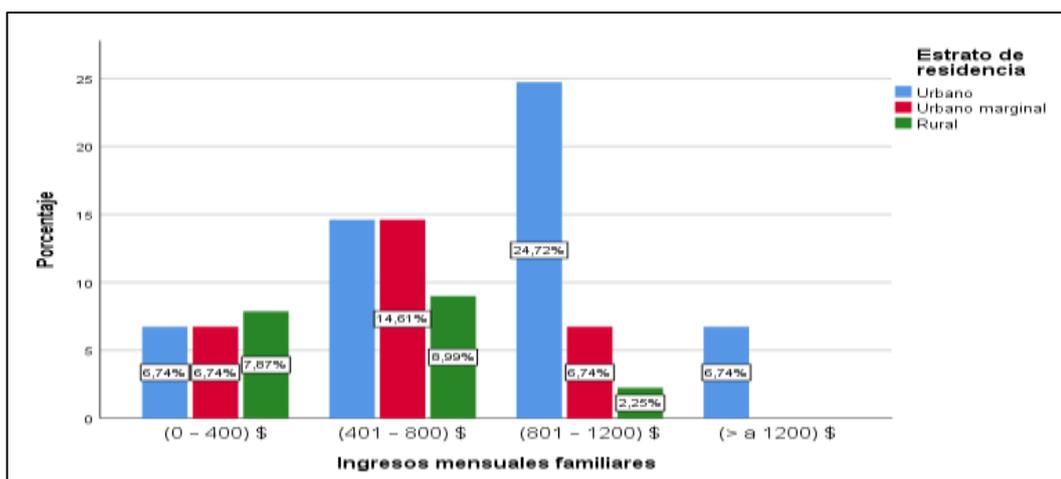


Gráfico 13-3: Porcentaje de ingresos mensuales familiares
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Con respecto a los gastos mensuales familiares, se obtuvo que el 48,3 % de la población presenta gastos menores a 300 dólares, otro 48,3 % tiene gastos entre 301 a 600 dólares, y el 3,4 % tiene gastos entre 601 a 900 dólares y corresponde únicamente al sector urbano, no se registró individuos con gastos mayores a los 1200 dólares en ningún estrato.

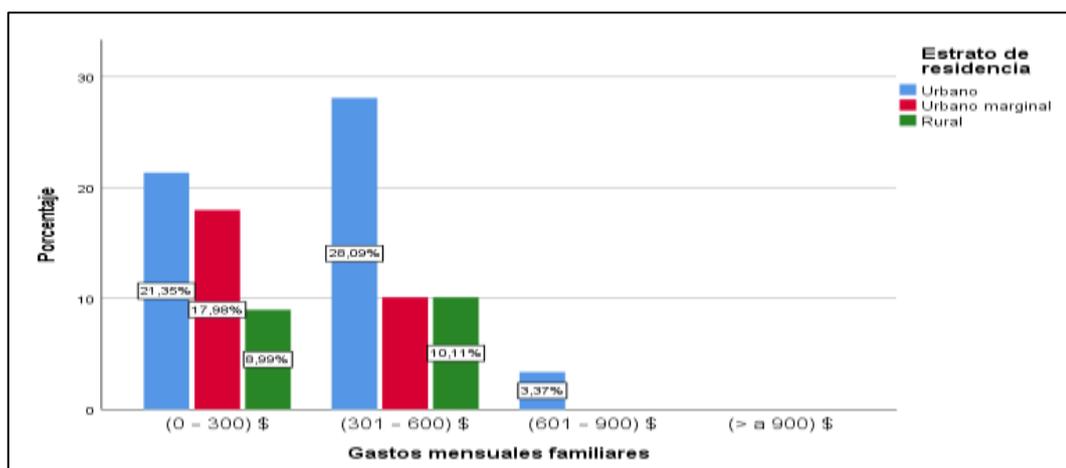


Gráfico 14-3: Porcentaje de gastos mensuales familiares
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

El nivel socioeconómico de una familia depende de los ingresos y gastos per cápita, por ende, es importante tener en cuenta el número de miembros por familia a la hora de establecer nuevos impuestos, o algún otro tipo de contribución económica.

El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) es la institución encargada de la planificación, de llevar registro de la población y producir información estadística oficial y confiable para los intereses del estado. En el último censo nacional del 2010, estableció 3,78 como índice promedio de habitantes por hogar, este dato es útil para estimar rápidamente la densidad

poblacional; sin embargo, teniendo en cuenta que el censo tiene 11 años de antigüedad, se debió indagar personalmente el número de habitantes que conforman un hogar en el cantón Francisco de Orellana.

Del total de 89 encuestados el 48,3 % indicaron que sus hogares están integrados por 1 a 3 miembros, el 44,9 % respondió de 4 a 6 personas, y el 6,7 % respondió que en sus hogares habitan de 7 a 9 personas. Resultados semejantes a lo esperado, y en la gráfica se puede ver proporcionalidad para los tres estratos, a excepción de la opción de 7 a 9 integrantes, donde se registró un porcentaje de 4,49 % en el estrato rural y solo un 2,25 % en el estrato urbano.

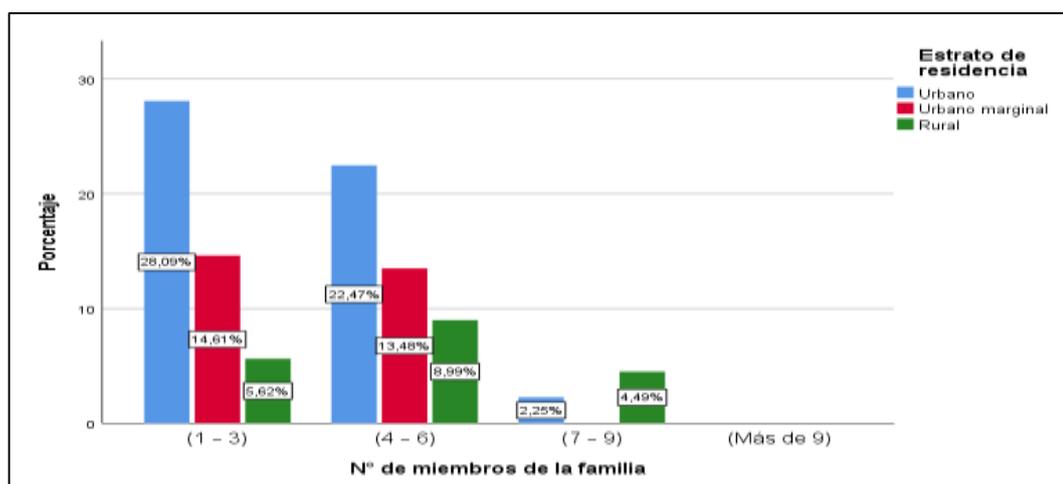


Gráfico 15-3: Porcentaje de número de miembros por familia
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

3.2.1.2. Medio ambiente

En esta sección de la encuesta se incluyó cuatro ítems que consultan sobre la percepción de la calidad del aire, problemáticas socioambientales, estudios ambientales y sobre la contribución económica para la conservación de la calidad del aire por parte de las instituciones del gobierno. Del total de 89 personas encuestadas, el 42,7 % tienen la percepción de que la calidad del aire en su zona de residencia es regular, el 39,3 % indicaron que el aire es de mala calidad, el tan solo el 18 % sugieren que la calidad del aire del sector es buena. No se registró personas que perciban la calidad del aire de la zona de estudio como muy buena. En consecuencia, a criterio personal de los encuestados, se podría indicar que la calidad del aire ha ido empeorando, puesto que la mayor proporción indica que la calidad del aire es regular o incluso directamente mala. Si analizamos los resultados por estrato podemos notar que las personas perciben la calidad del aire de forma diferente, en el urbano un 25,84 % selecciono regular, el 15,73 % selecciono mala y el 11,24 % selecciono buena.

En el estrato urbano marginal la mayor parte de los encuestados, concretamente el 14,61 %, indico que el aire es de mala calidad, el 11,24 % se inclinó por la opción de regular y el 2,25 % percibe que el aire es de buena calidad. En el estrato urbano se tiene una tendencia similar al estrato urbano marginal, así el 8,99 % indicó que la calidad del aire es mala, el 5,62 % indicó regular y el 4,49 % indico buena. Las respuestas tienen relación directa con el tipo de estrato debido a que existen diferentes factores que pueden alterar la calidad del aire en cada sector, por mencionar uno de los más evidentes, se tiene el tráfico vehicular, que es característico del estrato urbano, y tiende a disminuir en el estrato urbano marginal y rural, respectivamente.

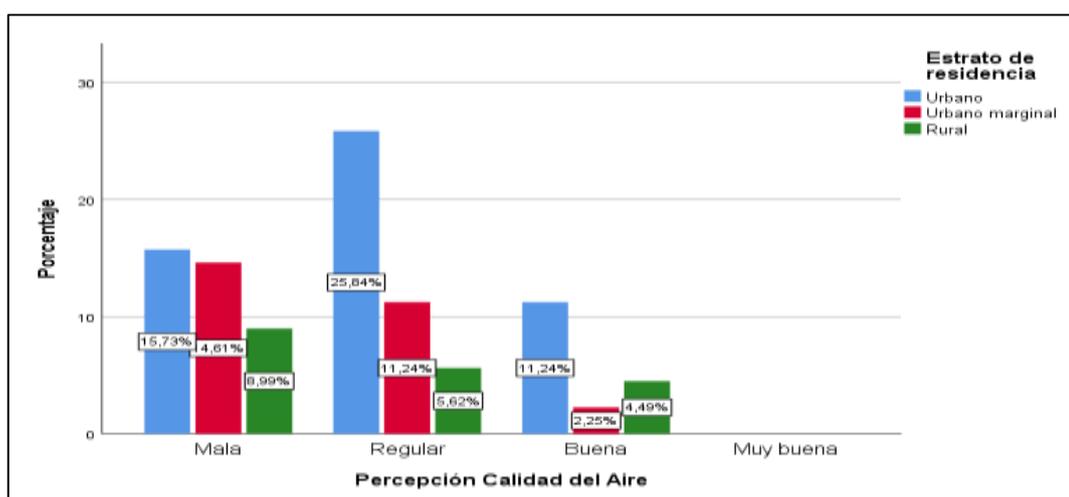


Gráfico 16-3: Porcentaje de percepción calidad del aire
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

En cuanto a las problemáticas socio ambientales más recurrentes del cantón, se identificó la contaminación con un 41,6 %, la delincuencia con un 30,3 %, una alta tasa de desempleo con un 21,3 % y corrupción con 6,7 %. La delincuencia tiene mayor impacto en el estrato urbano con un 21,35 %, la contaminación presenta relación proporcional a cada estrato, el desempleo tiene mayor impacto en el estrato urbano, rural y urbano marginal con un 8,99 %; 7,87 % y 4,49 % respectivamente. Mientras que los problemas de corrupción son percibidos únicamente en el estrato urbano y urbano marginal con 4,49 y 2,25 %.

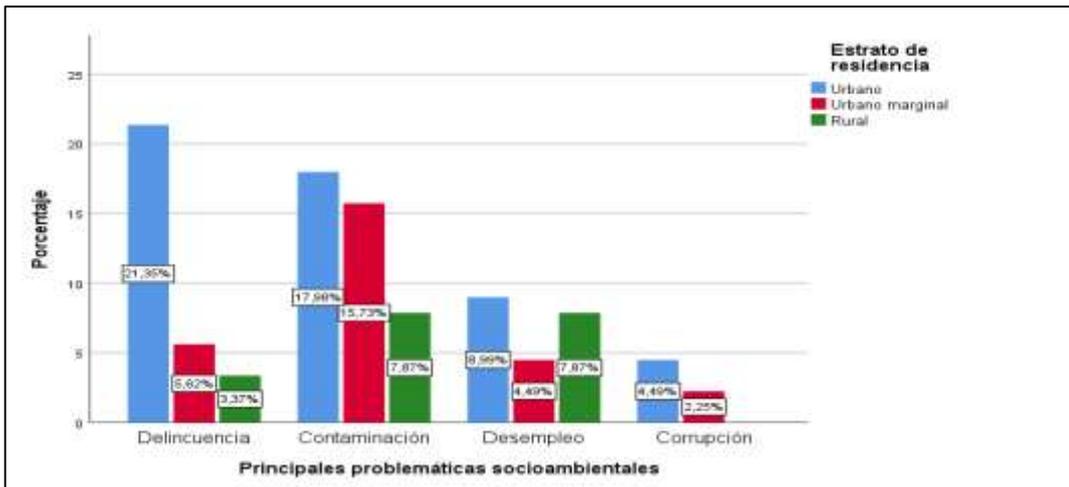


Gráfico 17-3: Porcentaje de problemáticas socioambientales
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

Es evidente que la contaminación es quizás el problema más apremiante en la población del cantón Francisco de Orellana, de manera que se consultó a la población de estudio si conocen sobre estudios de contaminación del aire que se hayan desarrollado en el sector. De los 89 encuestados el 78,7 % indicó que no conocía de ningún tipo de estudio que se hayan llevado a cabo en el sector, y solo el 21,3 % indicó que conocía sobre los estudios de contaminación del aire que son desarrollados por el Gobierno Provincial de Orellana. Las respuestas a este ítem mantienen proporcionalidad para los tres estratos, lo que indica que es necesario socializar más este tipo de estudios y los resultados que son de interés para la población en general.

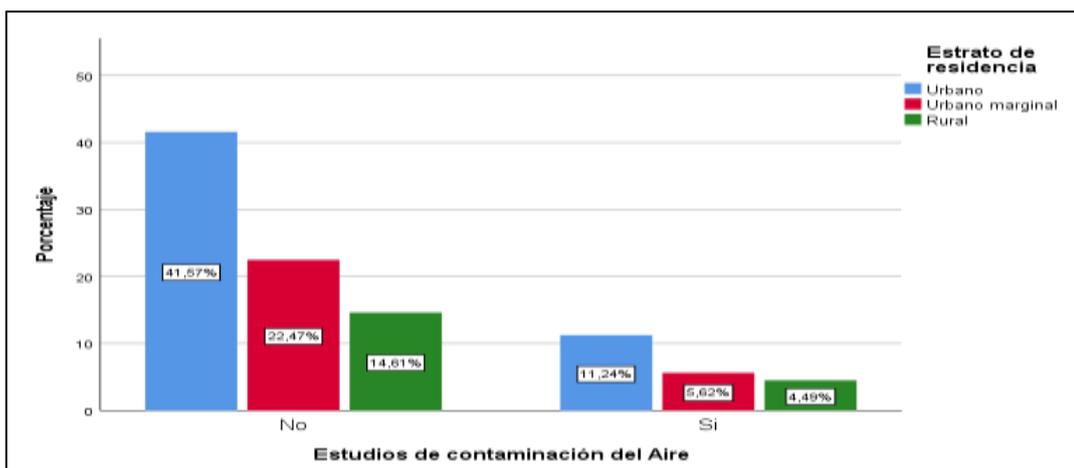


Gráfico 18-3: Porcentaje de estudios de contaminación del aire
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

El conocimiento que la gente dispone sobre la calidad ambiental (aire) y sobre los estudios que se llevan a cabo para contrarrestar la contaminación del sector, está relacionado a la inversión de

las instituciones del gobierno en programas de monitoreo de la contaminación, socialización de los resultados, campañas de educación ambiental, entre otras.

En el último ítem de esta sección de la encuesta, se indagó la percepción de la población respecto a la contribución económica del gobierno para la conservación de la calidad del aire; del total de 89 encuestados el 73 % indicó que el aporte estatal es insuficiente, el 18 % que es nulo, es decir que 2 de cada 10 personas desconocen los estudios realizados por las instituciones pertinentes como es el caso del Consejo Provincial de Orellana, y tan solo el 9 % considera que la inversión del gobierno es suficiente. Existe una opinión generalizada de que la inversión para la protección del recurso aire es insuficiente, lo que tiene relación con la percepción de la calidad del aire, el desconocimiento de los estudios ambientales y los hallazgos de calidad del aire de la línea base.

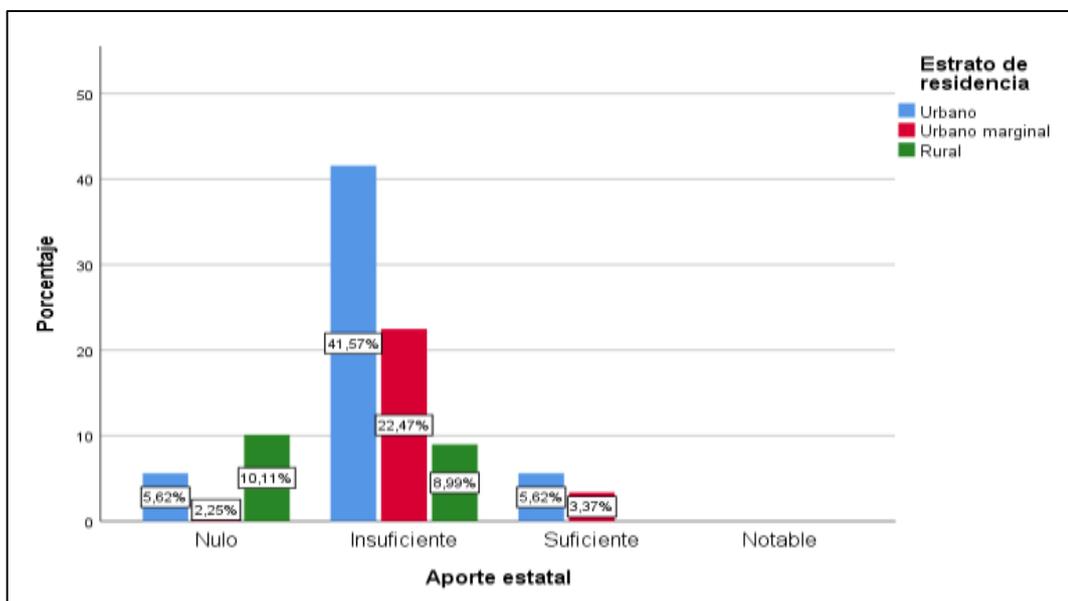


Gráfico 19-3: Porcentaje de aporte estatal
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

3.2.1.3. Conciencia ambiental y valoración económica de la calidad del aire

Se presenta el gráfico 19-3 donde se contrasta las principales actividades generadoras de contaminación en el cantón. De un total de 89 encuestados se obtuvo que para el estrato urbano un 24,72 % de los encuestados consideran que la principal actividad contaminante es el transporte, seguido de la industria petrolera con un 14,61% y el manejo de desechos con un 13,46 %.

Por otro lado, tanto el estrato urbano marginal como el rural consideran a la industria petrolera como la contaminante principal, con un 17,98 % y un 13,48 % respectivamente, además se aprecia que el manejo de desechos no fue considerado por los encuestados, sobre todo en los estratos urbano marginal y rural, alcanzado un 5,62 %, para el estrato urbano, y si bien existe un 13,46 % no llega a ser tan relevante como las otras actividades mencionadas.

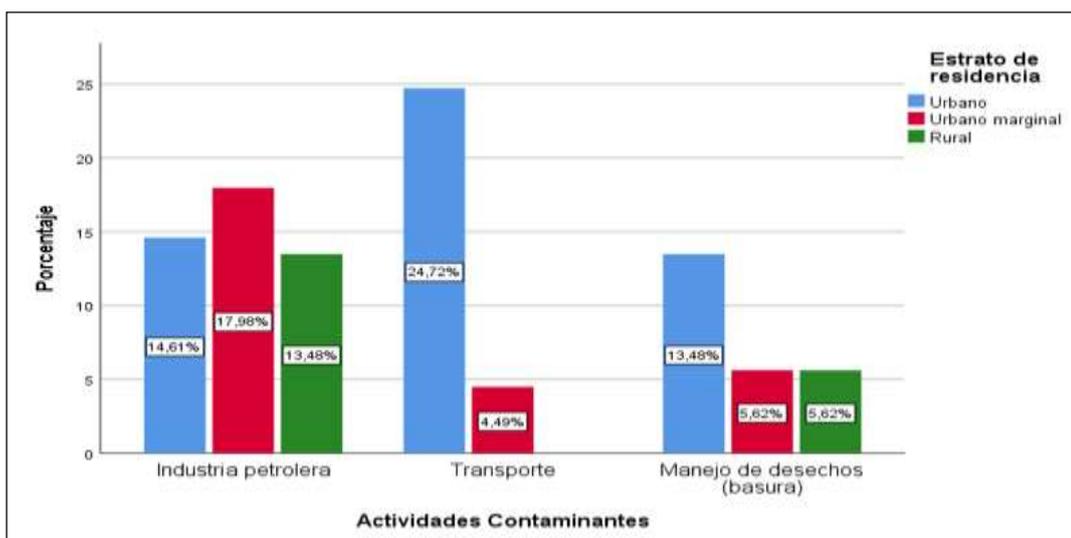


Gráfico 20-3: Porcentaje de actividades generadoras de contaminantes
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Dentro de los 89 encuestados se obtuvo que la mayoría considera estar de acuerdo con el cobro de un rubro a la persona que contamina destacándose el estrato urbano con un 39,33% del total de la muestra, seguido del urbano marginal con un 22,47% y el rural con un 16,85%. Por su parte, las personas que estuvieron totalmente de acuerdo con la variable en mención tuvieron porcentajes menores sobre todo en el estrato rural y urbano marginal las cuales obtuvieron un 2,25% y un 5,62% del total de la muestra, respectivamente.

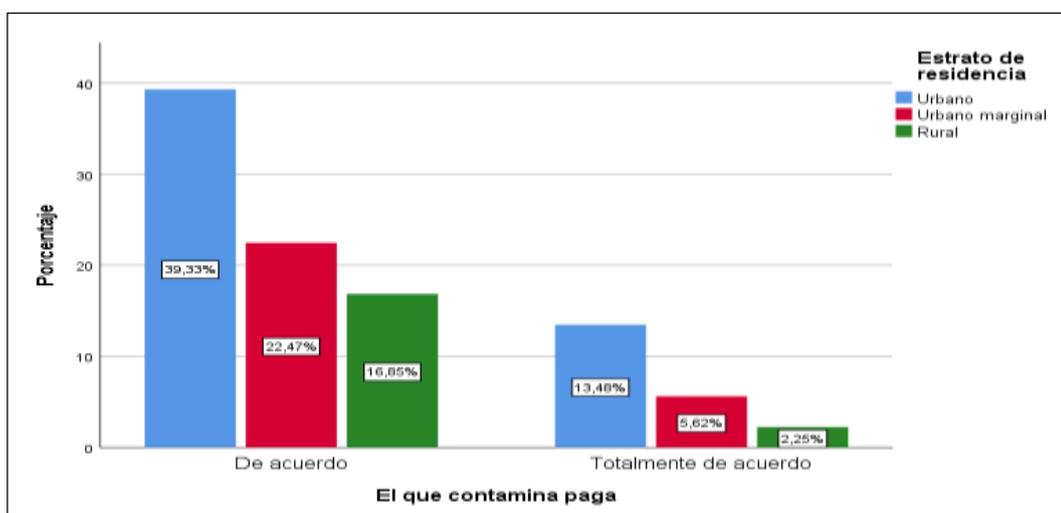


Gráfico 21-3: Porcentaje de percepción el que contamina paga
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Del total de 89 encuestados, consideran como “importante” el realizar actividades al aire libre, la proporcionalidad de los datos arrojados indicó un 26,97 % correspondiente al estrato urbano, un

15,73% para el estrato urbano marginal y un 16,85% para el estrato rural. Con respecto a la categoría “muy importante” se encontró que el estrato rural presentó el porcentaje más bajo (2,25%), en la zona urbano y urbano marginal se observó un ligero descenso respecto a la categoría “importante”, de manera que existen opiniones divididas con porcentajes de un 25,84% para el sector urbano y un 12,36% para el sector urbano marginal, respectivamente.

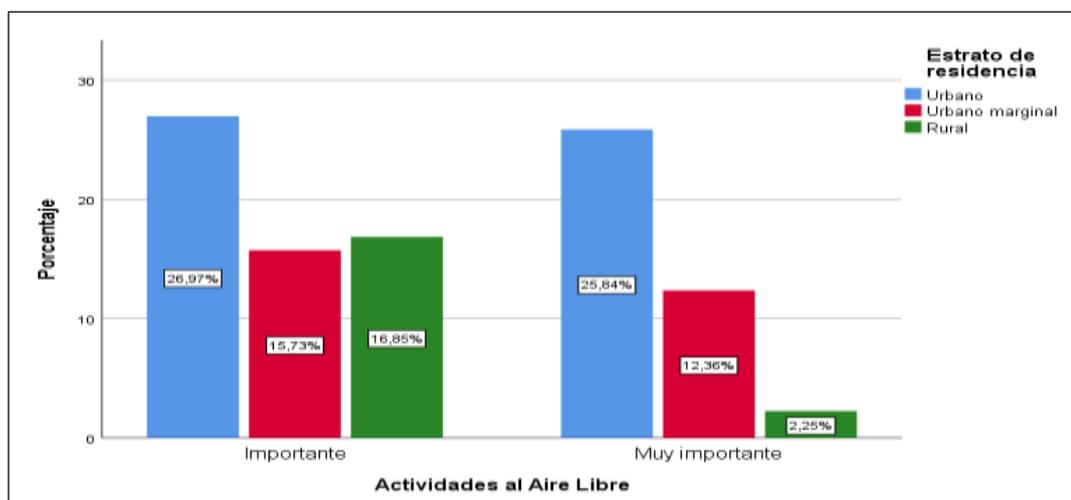


Gráfico 22-3: Porcentaje de afinidad por las actividades al aire libre
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

En cuanto a la conservación de la calidad aire ambiente, se destacan los siguientes resultados; para los tres estratos de estudio (gráfico 22-3).

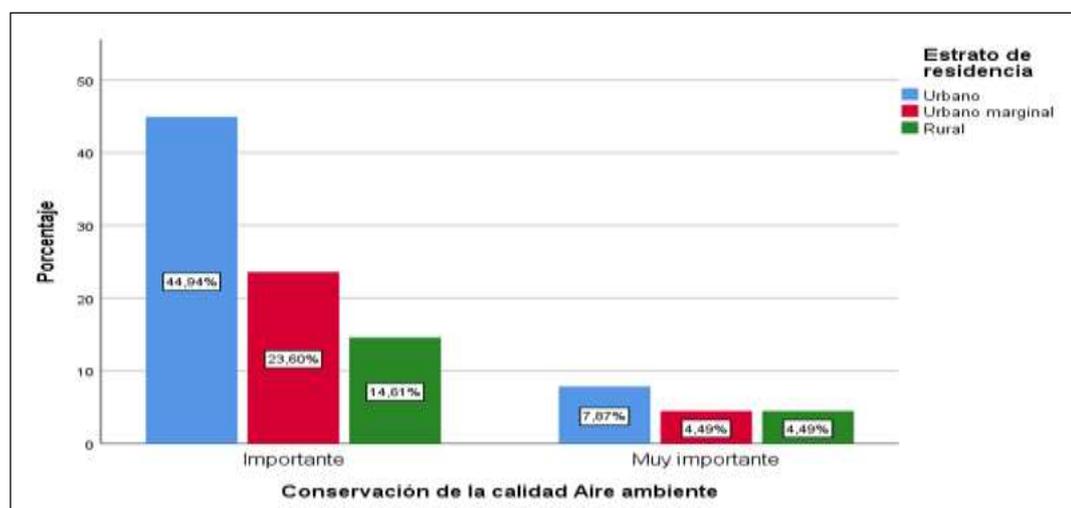


Gráfico 23-3: Porcentaje de conservación de la calidad Aire ambiente
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Los encuestados en su mayoría consideran como importante la conservación de la calidad aire ambiente dividido para Urbano con un 44,94%, 23,60% para el urbano marginal y un 14,61% el sector rural, por su parte los encuestados que consideran como muy importante esta variable no

supera el 10% en cada uno de los estratos estudiados, obteniendo un 4,49% para el sector urbano marginal y rural y un 7,87% para el estrato urbano respectivamente.

Del total de encuestados, se puede observar en el gráfico 23-3 que la gran mayoría está dispuesta a pagar por el cuidado y preservación de la calidad del aire en su sector, no obstante cabe resaltar el contraste presente frente a esta alternativa por parte de los encuestados, ya que si bien los porcentajes que manejan la alternativa a estar dispuesto a un pago rondan un 24,72% para el estrato urbano, 23,60 % para urbano marginal y con un 13,48 % para el sector rural , existe un grupo representativo de personas que están poco dispuestas a este pago representando el 14,61 % para el estrato urbano y un 4,49% para el sector rural respectivamente.

A pesar de dichas consideraciones los encuestados que no están dispuestos a pagar este rubro es muy baja sobre todo en la zona urbano marginal y rural con un 2,25% y 1,12% respectivamente.

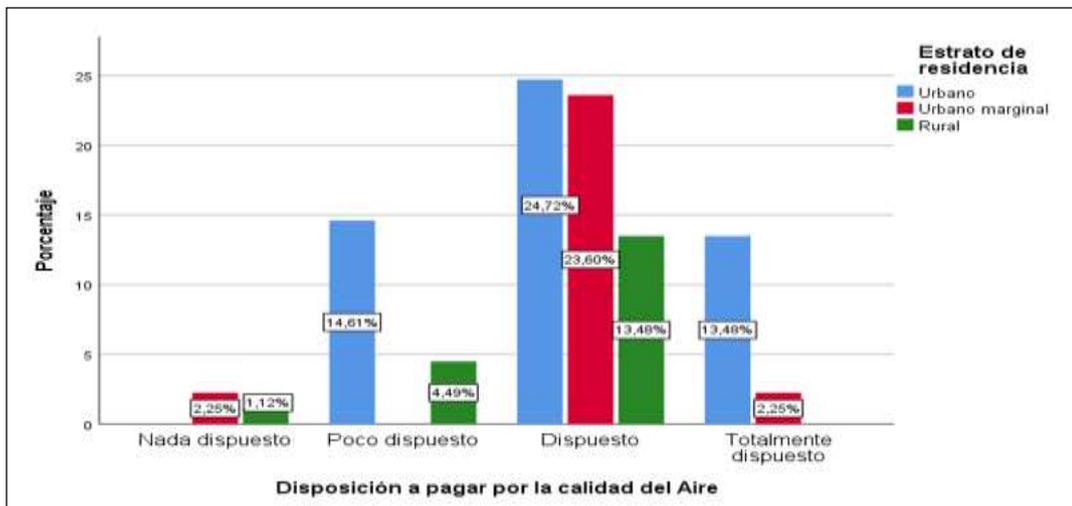


Gráfico 24-3: Porcentaje de la disposición a pagar-calidad del aire
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Con lo que respecta al valor dispuesto a pagar con relación a la calidad del aire, se aprecia ciertas particularidades a tomar en cuenta, en primer lugar, se observa que el estrato urbano los encuestados no tienen problema en aportar con una tasa superior a 2 dólares en su gran mayoría sin embargo se ha desglosado cada valor para una mejor comprensión de esta forma tenemos que: para un rubro de 26 a 50 centavos un 13,48% indicó que está dentro de sus posibilidades dicha aportación; de 51 centavos a 1,0 dólar se obtuvo que 14,61 % de los encuestados están dispuestos a pagar siendo este rango para el estrato urbano el valor monetario más aceptado por la población, por otro lado con un 13,48% de los encuestados indicaron poder pagar un valor comprendido de 1,01 a 2,0 dólares, finalmente un 3,37% indicó que no están dispuestos a pagar un rubro mayor a 2 dólares.

Para el estrato urbano marginal se tiene que el mayor número de encuestados se inclina por un pago de 1,01 a 2,0 dólares reflejando con 12,36 % de la muestra, seguido con el 7,87 % para un pago mayor a 2,0 dólares.

En cuanto a las opciones menos elegidas por este estrato en cuanto al valor dispuesto a pagar se tiene que el 1,12 % de las encuestas ven de buena manera que el pago sea con valores de 26 a 50 centavos, seguido con un 2,25% en tasas de 0 a 25 centavos respectivamente.

Por último, para el estrato rural se destaca que hay una baja aceptación por parte de la población frente a un pago de 1,01 a 2,0 dólares con un 1,12 % de los encuestados, en este punto los valores económicos que más contemplaron en este estrato se establecieron: con un 5,62 % rubros de 0 a 25 centavos, con un 6,74 % de 0,51 a 1 dólar y con un 5,62 % del total de la muestra eligieron que el rango sugerido de 26 a 50 centavos es el costo que más se ajusta a sus posibilidades.

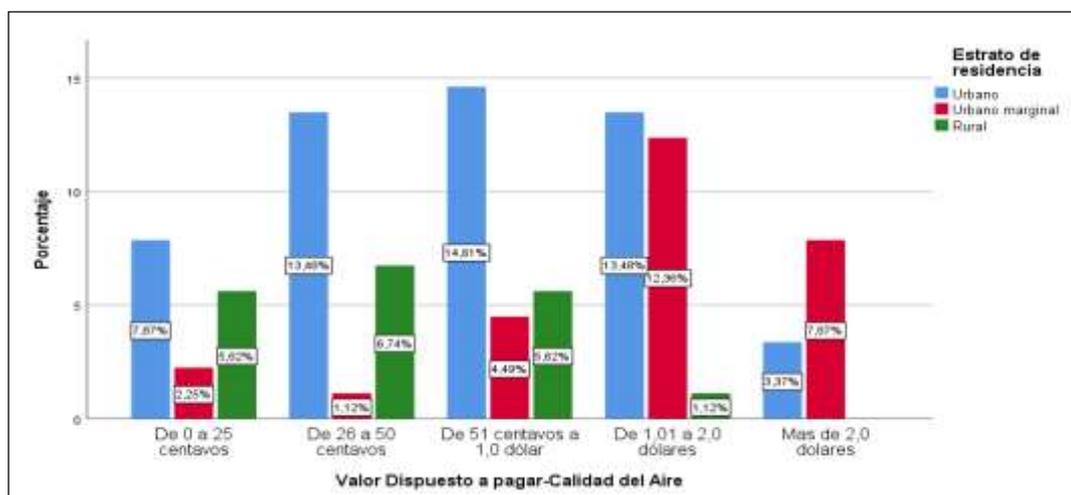


Gráfico 25-3: Porcentaje del valor dispuesto a pagar por la calidad de aire
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Dentro de los 89 encuestados para el sector urbano la tendencia se inclina a que los métodos de pago se incluyan dentro del rubro de agua potable con un 24,72% o bien sumado al costo por el impuesto predial con un 21,35%, por su parte las alternativas que más prefieren en el sector urbano marginal la tendencia muestran un empate en las muestras con un 12,36% incluido en el impuesto predial y de igual forma un 12,36% en la planilla de agua potable.

Finalmente, para el sector rural la elección más elegida de método de pago se establece en las planillas de luz eléctrica con un 8,99% del total de los encuestados.

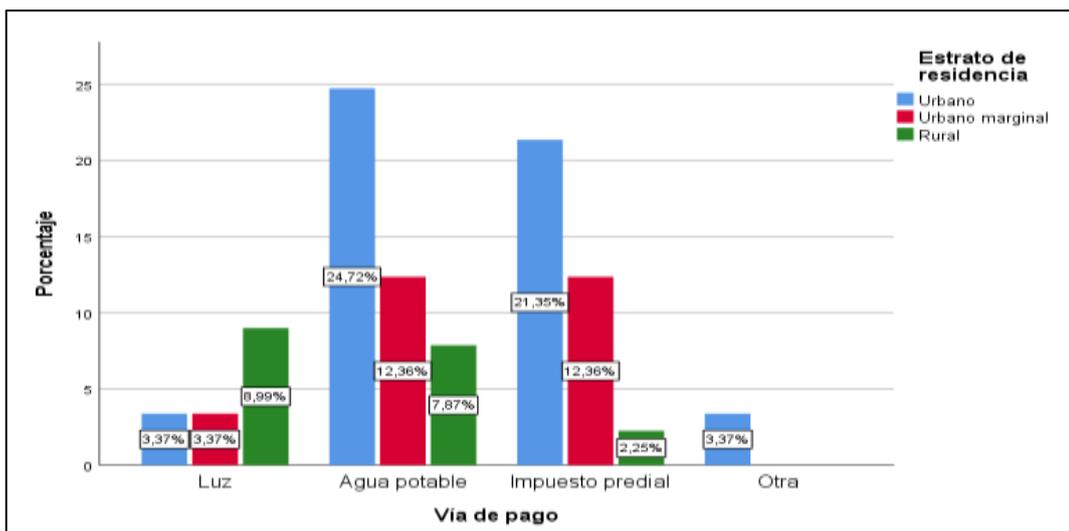


Gráfico 26-3: Porcentaje del método de pago
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

En cuanto a la institución encargada de la recaudación, la zona urbana y urbano marginal seleccionaron que el Ministerio del Ambiente, agua y transición ecológica (MAATE) sea la encargada, con un 30,34 % y un 12,36 % respectivamente. La predilección de contribuir por medio del consejo provincial fue más representativa en el estrato urbano como urbano marginal, lo que se refleja en un porcentaje no mayor al 2,25 % para ambos. Por otra parte, las personas del sector rural prefieren que sea el municipio quien se encargue de la recaudación, con un 16,85 %, seguido del estrato urbano con un 12,36 % y para el estrato marginal con un 6,74 %. Finalmente, el 7,87 % del sector urbano y el 6,74 % del urbano marginal prefieren depositar su confianza en otra institución, debido, el exceso de burocracia institucional, problemas de corrupción, no conocer a los responsables, o la falta de un equipo de expertos del área ambiental.

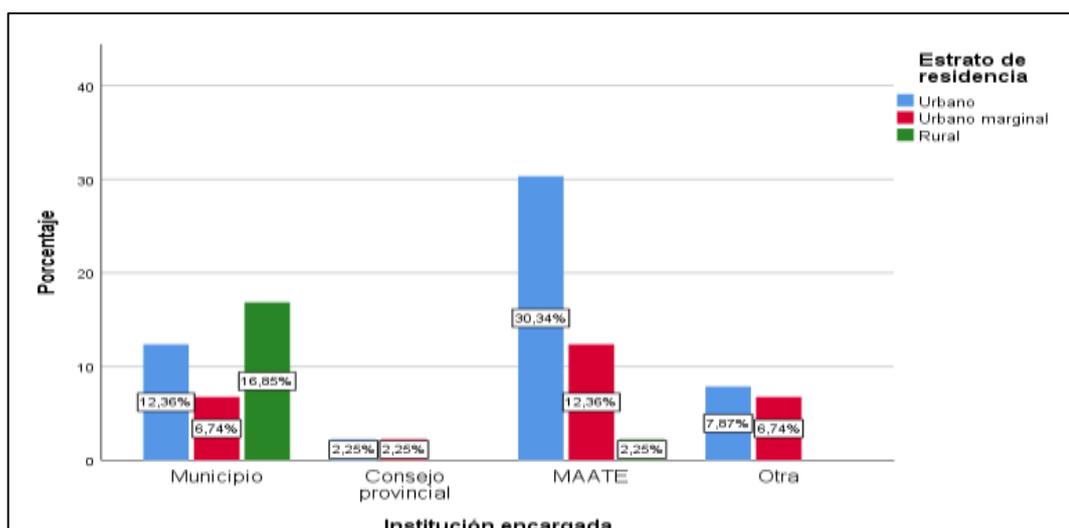


Gráfico 27-3: Porcentaje institución encargada del cobro – calidad aire
 Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

3.2.2. Determinación de la disposición a pagar del cantón Francisco de Orellana

3.2.2.1. Delimitación de los estratos

- Estrato Urbano:

Ubicación del estrato urbano del cantón Francisco de Orellana, sector delimitado tomando en cuenta características tales como vialidad, accesibilidad y densidad poblacional, se muestra la zonificación mediante un recuadro amarillo, establecida para el proceso de recolección de datos.

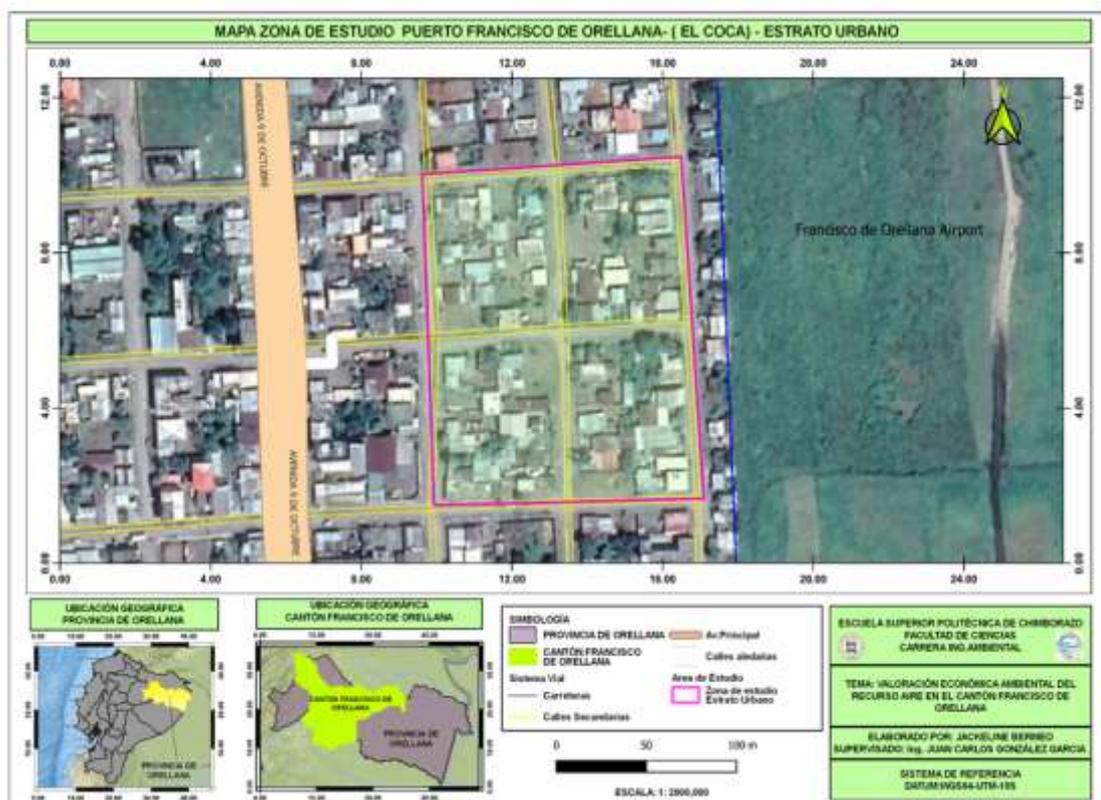


Figura 1-3: Mapa estrato urbano Cantón Francisco de Orellana

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

- Estrato Urbano Marginal

Se muestra el mapa correspondiente al estrato urbano marginal del Cantón Francisco de Orellana, la delimitación responde al área con mayor concentración poblacional, este estrato se caracterizó por encontrarse ubicado en la periferia del núcleo urbano, próximo a las comunidades rurales del cantón.

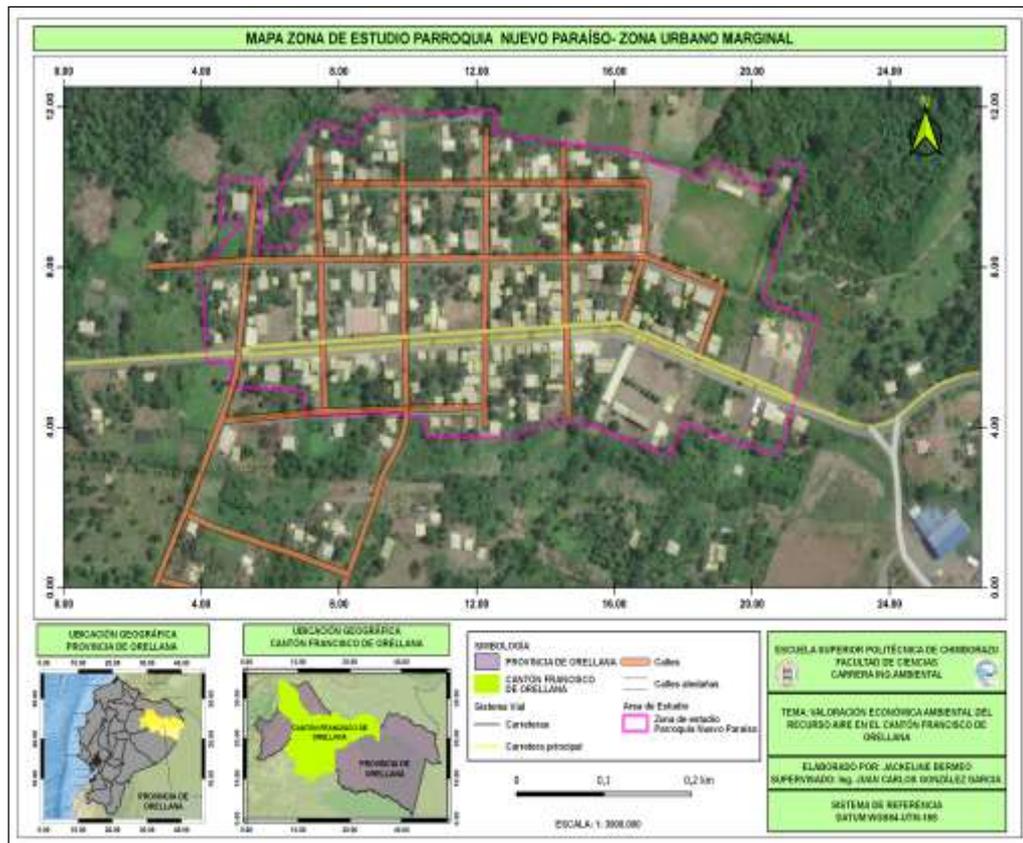


Figura 2-3: Mapa estrato urbano marginal Cantón Francisco de Orellana

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

- Estrato Rural

En la figura 3-3 se representa el mapa correspondiente al estrato rural del cantón Francisco de Orellana, la zona elegida presenta la particularidad de que se encuentra en las afueras del cantón, se caracteriza porque presenta una densidad poblacional baja, donde las viviendas se asientan en su mayoría en la proximidad de las vías de acceso principal (carreteras).

El estrato rural fue establecido en la comunidad Unión Chimborazo, y debido a las características antes mencionadas, este estrato demandó un mayor esfuerzo para el levantamiento de la información.

Además, se debió tomar en cuenta los horarios y días que las personas del área rural descansan, debido a que las actividades laborales del campo inician en la mañana y no cuentan con un horario establecido de trabajo.

Tabla 7-3: Estadísticos descriptivos de la variable disposición a pagar en unidades de dólar

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Urbano	47	,9036	,74227	,10827	,6857	1,1216	,13	3,00
Urbano marginal	25	1,6516	,96556	,19311	1,2530	2,0502	,13	3,00
Rural	17	,4847	,36444	,08839	,2973	,6721	,13	1,51
Total	89	1,0337	,86148	,09132	,8522	1,2152	,13	3,00

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Se obtuvo un valor de disposición a pagar (DAP) distinto para cada estrato, con valores de: 0,90 dólares (90 centavos) en el sector urbano; 1,65 dólares en el urbano marginal y 0,48 dólares (48 centavos) en el rural. El DAP medio del cantón fue de 1,03 dólares americanos al año, que en términos prácticos representa una contribución de 1,00 USD por hogar. Los recursos económicos recaudados se sumarían a la inversión que hace el gobierno provincial en programas de monitoreo, para el control de la contaminación del aire.

El valor de disposición a pagar (DAP) medio estimado fue de 1,0337 \$, superior al DAP medio de 0,824 \$ del estudio de Pacheco Palacios (2020, p. 100), también se puede acotar que la predisposición a contribuir para la preservación de la calidad del aire, por parte de la población de Francisco de Orellana es de 96,6 %, superior al 79,5 % de la población de Riobamba; es decir, el valor de DAP de la población está en relación al grado de disposición a pagar de la población. También es evidente, que la disposición que la gente tiene para contribuir es consecuencia de la insatisfacción respecto a la calidad del aire que perciben.

En el estudio de valoración económica del aire desarrollado por Muñoz Espitia (2020, p. 74) en Bogotá, se encontró que un 42 % de la población descarta la idea de contribuir económicamente; de acuerdo a bibliografía, es habitual encontrarse con grandes porcentajes de la población que se niegan a contribuir, debido a múltiples factores, propios de cada lugar, como la situación socioeconómica, la calidad el aire del lugar, y por último, pero no menos importante, debido a que la población tiene desconfianza en las instituciones públicas encargadas de la vigilancia y control de la contaminación, mencionan que no existen las garantías de que los fondos se usen apropiadamente.

3.2.2.3. Análisis de varianza (ANOVA)

El cálculo de ANOVA se realizó mediante el software estadístico SPSS, mediante el siguiente procedimiento: se da clic en analizar, se selecciona comparar medias, y ANOVA de un factor, en la ventana se agrega como variable dependiente DAP y como factor la variable estrato, y aceptar.

- H_0 : No hay diferencia estadística significativa en ninguno de los estratos
- H_1 : Hay diferencia estadística significativa en al menos un estrato

Se estableció un nivel de significancia del 5 % (0,05)

Tabla 8-3: Análisis de varianza del promedio de disposición a pagar por estrato

	ANOVA				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,464	2	7,732	13,341	,000
Dentro de grupos	49,845	86	,580		
Total	65,309	88			

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

El valor del estadístico de Fisher de la tabla 8-3 es mayor a la significancia asintótica (valor-p), por lo que se decidió rechazar la hipótesis nula, y aceptar la hipótesis alternativa, es decir que al menos uno de los tres grupos es diferente de los demás.

3.2.2.4. Comparaciones múltiples por el método de Fisher (LSD)

La prueba de Fisher, también conocida como de la diferencia menos significativa o LSD por sus siglas en inglés, es un tipo de prueba de rangos múltiples que se aplica cuando el análisis de varianza detecta que existe diferencia estadística significativa e interesa averiguar cuáles son los grupos que poseen dicha diferencia.

Tabla 9-3: Prueba de rangos múltiples de Fisher

Comparaciones múltiples de Fisher						
Estrato de residencia (I)	Estrato de residencia (J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Urbano	Urbano marginal	-,74798*	,18845	,000	-1,1226	-,3733
	Rural	,41891	,21546	,055	-,0094	,8472
Urbano marginal	Urbano	,74798*	,18845	,000	,3733	1,1226
	Rural	1,16689*	,23933	,000	,6911	1,6427
Rural	Urbano	-,41891	,21546	,055	-,8472	,0094
	Urbano marginal	-1,16689*	,23933	,000	-1,6427	-,6911

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022

Concluyendo que existe diferencia estadística significativa entre el estrato urbano marginal y el estrato urbano y rural, mientras que estos dos últimos no son diferentes estadísticamente, el uno del otro.

3.2.2.5. Prueba de hipótesis

Fue posible realizar la valoración económica ambiental del recurso aire del cantón Francisco de Orellana, mediante la aplicación del método del contingente, donde se obtuvo un valor de disposición a pagar (DAP) promedio de 1,00 dólares americanos al año, y a partir de los resultados de la encuesta se puede inferir que la mayor parte de la población que está dispuesta a contribuir con este rubro, tienen entre 46 a 60 años, son mestizos, con ingresos entre 401 a 1200 dólares, gastos menores a 600 dólares, que consideran la contaminación como una de las principales problemáticas socio ambientales, en consecuencia, la población percibe que el aire del cantón tiene una calidad entre regular a mala.

CONCLUSIONES

- Se estableció la línea base de calidad del aire para el cantón Francisco de Orellana (Coca) a partir de información técnica de emisiones atmosféricas de dos periodos, el primero a partir del año 2011 al 2015 (información publicada), y el segundo del 2018 al 2019 (información no publicada), que fue provista por el Gobierno Provincial de Orellana, institución encargada del monitoreo de material particulado (PM₁₀), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COVs) y ácido sulfhídrico (H₂S), en 17 estaciones de monitoreo localizadas en zonas expuestas a los gases de combustión procedentes de los mecheros instalados en plataformas petroleras; sin embargo, existieron años con carencia de información (2016 a 2017 y 2020 a 2021) debido a problemas de logística, de carácter técnico, y externalidades como la crisis sanitaria de Covid-19. En términos generales, el aire del cantón es de mala calidad, debido a emisiones de material matriculado, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre que exceden la Normativa.
- Se evaluó el grado de cumplimiento de los límites permisibles para emisiones atmosféricas de: monóxido de carbono (CO), material particulado (PM₁₀), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles (COVs) y sulfuro de hidrogeno (H₂S), establecidos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire (NECA), en las Guías de Calidad del Aire de la OMS y por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH); apreciando un descenso generalizado de las emisiones a lo largo del periodo de estudio; no obstante, varios de los puntos monitoreados excedieron el umbral de emisiones para: material particulado, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, poniendo en alerta a la población del cantón Francisco de Orellana por el riesgo la salud pública que supone la exposición a estos contaminantes.
- Se aplicó el método de valoración contingente, donde se presentó un mercado hipotético a un total de 89 personas, para la valoración económica del recurso aire, obteniéndose información a través de encuestas aplicadas en tres estratos (47 en el urbano, 25 en el urbano marginal y 17 en el estrato rural), que establecieron las características sociodemográficas, económicas, productivas y ambientales que influyen en la percepción de la población con respecto a la importancia de los servicios ecosistémicos del aire y su disposición a contribuir económicamente para la conservación del recurso.
- Se estimó un valor de disposición a pagar (DAP) para contribuir a estudios de control de la contaminación y conservación de la calidad del aire de: 0,9036; 1,6516 y 0,4847 dólares, para los estratos urbano, urbano marginal y rural, respectivamente, dando un DAP medio anual de total de 1,00 dólares por hogar en el cantón Francisco de Orellana; recursos que a preferencia de los encuestados podrían recaudarse por medio de las planillas del agua potable o en el impuesto predial.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la frecuencia de monitoreo de la calidad del aire en el cantón Francisco de Orellana, en vista de la presencia de gran actividad petrolera se lo haga en un periodo de dos veces al año esto con la finalidad de llevar un mejor control de las emisiones generadas por este tipo de actividad, a la par se sugiere actualizar la normativa correspondiente sobre todo en los contaminantes que no presentaron un límite máximo permisible como fue el caso del H₂S, COV_s.
- Se recomienda mejorar la matriz de información de las concentraciones obtenidas a lo largo del proceso de monitoreo en los informes de calidad del Aire para la provincia de Orellana con el objetivo de que futuras investigaciones cuenten con los datos más actuales que sean base para futuras investigaciones en beneficio del cantón y sus habitantes.
- Se recomienda mejorar la participación de los entes de control de la calidad del aire de la zona de estudio, puesto que los datos arrojados en este estudio evidencian una degradación del medio ambiente lo que conllevaría al incremento en problemas de salud de la población, para lo cual se debe proponer un mejoramiento en las líneas base de calidad ambiental, así como la extensión de leyes que busquen fomentar la utilización de nuevas técnicas en pro de la reducción de la carga contaminante que se distribuye a lo largo del cantón.
- Se recomienda realizar estudios de valoración económica adicionales, que complementen los resultados de esta investigación, abordando los estratos: urbano, urbano marginal y rural, por separado y con diferentes enfoques, que involucren nuevas actividades productivas y servicios ecosistémicos que estarían vinculados al aire, así como con otros recursos naturales como el agua, el suelo, la vegetación, con el objetivo de ajustar los valores de disposición a pagar para la conservación del aire que se estimaron en esta investigación.
- Se recomienda promover la socialización de los estudios ambientales que se ejecutan por parte del Gobierno Provincial de Orellana, y otras instituciones pertinentes, con el afán de que la población conozca si el ambiente donde reside o desempeña sus funciones es adecuado para los mismos fines, dándoles las herramientas para que tomen acción por sí mismos sobre los conflictos ambientales de los cuales son partícipes o están siendo expuestos.
- Se recomienda que entidades de gobierno y grupos cuyas razones sociales están alineadas a la vigilancia y control de la contaminación atmosférica del cantón, establezcan mecanismos de cooperación, trabajando en la creación de programas que fomenten la ejecución de estudios de calidad del aire, permitiendo la obtención de información fiable y con trazabilidad, que de ser posible permita establecer rubros económicos a los sectores que generen mayor contaminación atmosférica, bajo el principio constitucional de contaminador pagador, establecido en el Derecho Ambiental Ecuatoriano.

GLOSARIO

Análisis de varianza: Es una herramienta estadística empleada para comparar grupos de medidas a fin de identificar tanto semejanzas como diferencias entre grupos (Navarro, 2017, párr. 1-2).

Contaminación atmosférica: es toda alteración del aire debido a emisiones de gases contaminantes, partículas de polvo o formas de energía tanto de origen natural como humano, que alteran las condiciones normales del ambiente y representa riesgos ecológicos y a la salud de las personas (Romero Placeres et al., 2006, pp. 1-3).

Contaminantes criterio: Son contaminantes atmosféricos que están regulados por la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire, donde se especifica un valor máximo de concentración permitido a nivel del suelo (NECA, 2011, p. 2).

Norma ecuatoriana de calidad del aire (NECA): Es un instrumento legal, perteneciente al Anexo 4 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, empleado en la prevención y control de la contaminación (NECA, 2011, p. 1).

Guías de calidad del aire de la Organización mundial de la salud (OMS): Es una norma internacional que establece los límites permisibles para contaminantes atmosféricos comunes para reducir los efectos negativos de la contaminación, publicada por primera vez en 1987 (OMS, 2005, pp. 5-8).

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR-BAROJAS, Saraí. "Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud". *Salud en Tabasco* [en línea], 2005, (México) 11(1-2), pp. 333-338. [Consulta: 3 enero 2022]. ISSN 1405-2091. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>. Redalyc

AMABLE ÁLVAREZ, Isabel. et al. "Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud". *Revista Médica Electrónica* [en línea], 2017, (Cuba) 39(5), pp. 1160-1170. [Consulta: 10 diciembre 2021]. ISSN 1684-1824. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1684-18242017000500017&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ANTÚNEZ SÁNCHEZ, Alcides.; & GUANOQUIZA TELLO, Lenin Lucas. "La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador". *Revista Visión Contable*, vol. 0, n° 19 (2019), pp. 64-101. DOI 10.24142/rvc.n19a4.

ARROYO MOROCHO, Flavio Roberto. "La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo". *INNOVA Research Journal* [en línea], 2018, pp. 78-98. [Consulta: 9 diciembre 2021]. ISSN 2477-9024. DOI 10.33890/innova.v3.n12.2018.786. Disponible en: <http://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/786>.

BARBOSA, Karen; et al. "Monitoring pollutant gases in museum microclimates: a relevant preventive conservation strategy". *Conservar Património* [en línea], 2021, vol. 38, pp. 22-34. [Consulta: 11 diciembre 2021]. ISSN 2182-9942. DOI 10.14568/cp2020069. Disponible en: <https://conservarpatrimonio.pt/article/view/24649>.

BEDOYA, Julian; & MARTÍNEZ, Elkin. "Calidad del aire en el valle de Aburrá Antioquia - Colombia". *Dyna* [en línea], 2009 (Colombia), vol. 76, no 158, pp. 7-15. [Consulta: 11 diciembre 2021]. ISSN 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49612069002>. Redalyc

CAVIERES, María Fernanda. "Studies on the pollution of Puchuncaví in the decade of the 80s. A scientific contribution which was not". *Cuad Méd Soc* [en línea], 2019, vol. 59, no 1, pp. 33-37. Disponible en: <https://cms.colegiomedico.cl/wp-content/uploads/2019/06/Cuad-Med-Soc-Chile-2019-59-1-33-37.pdf>.

CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. *Registro Oficial Suplemento 983, 12 abril 2017.* [en línea]. [Consulta: 2 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.

COLMAN, E.; et al. "Calidad del Aire (COVs, MCOVs y Mohos) en Áreas Urbanas e Industriales de la Región Capital de la Provincia de Buenos Aires, Argentina". *Ciencia* [en línea], 2011, pp. 15. Disponible en: <http://exactas.unca.edu.ar/revista/v210/pdf/ciencia21-8.pdf>.

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. *Registro Oficial 449, 20 octubre 2008* [en línea]. Disponible en: <https://www.cec-epn.edu.ec/wp-content/uploads/2016/03/Constitucion.pdf>.

DINIZ, Eliezer M.; & BERMANN, Celio. "Economía verde e sustentabilidad". *Estudos Avançados* [en línea], 2012, vol. 26, no 74, pp. 323-330. [Consulta: 11 diciembre 2021]. ISSN 0103-4014. DOI 10.1590/S0103-40142012000100024. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142012000100024&lng=pt&tlng=pt.

ECONOMIKA. *Gestión Ambiental. ¿Cuál es la importancia de la valoración económica ambiental?* [en línea]. 2020. [Consulta: 14 diciembre 2021]. Disponible en: <https://economika.com.co/importancia-valoracion-economica-ambiental-2/>.

FERNÁNDEZ, Lilia.; & GUTIÉRREZ, Mirella. "Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones". *Información tecnológica* [en línea], 2013, vol. 24, no 2, pp. 121-130. [Consulta: 14 diciembre 2021]. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642013000200013. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

GADP ORELLANA. *Informe 2015 de monitoreo de calidad de aire, agua y sedimentos de la Provincia de Orellana* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, 2015. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://geo.gporellana.gob.ec/portal/srv/spa/catalog.search#/metadata/2073fc43-7aa9-4818-906e-540f1be00c42>.

GARCÍA DE LA FUENTE, Laura.; & COLINA VUELTA, Arturo. "Métodos directos e indirectos en la valoración económica de bienes ambientales. Aplicación al valor de uso recreativo del Parque Natural de Somiedo". *Estudios de Economía Aplicada* [en línea], 2004, vol. 22, no 3,

pp. 811-838. [Consulta: 2 diciembre 2021]. ISSN 1133-3197. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30122318>. Redalyc

GUEVARA ALBAN, Gladys, P.; et al. "Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)". *Recimundo* [en línea], 2020, vol. 4, no 3, pp. 50. [Consulta: 2 enero 2022]. DOI 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>.

GUIROLA FUENTES, Jurek.; et al. "Intoxicación por monóxido de carbono". *Revista Cubana de Medicina Militar* [en línea], 2019, vol. 48, no 2, pp. 1-11. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 0138-6557. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0138-65572019000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

GUTIÉRREZ OYARCE, Alejandra.; et al. "Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la Cohorte INMA-Valencia". *Gaceta Sanitaria* [en línea], 2018, vol. 32, no 6, pp. 507-512. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 02139111. DOI 10.1016/j.gaceta.2017.05.012. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213911117301498>.

HERNÁNDEZ AVILA, Alejandro.; et al. "Valoración económica para un mejoramiento ambiental en León, Guanajuato". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2018, vol. 9, no 1, pp. 37-49. [Consulta: 30 noviembre 2021]. ISSN 2007-9230, 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v9i1.846. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/846>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; et al. *Metodología de la investigación*. 6ta. México D.F.: McGRAW-HILL, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ-ÁVILA, Carlos Enrique; & ESCOBAR CARPIO, Natalia Adelina. "Introducción a los tipos de muestreo". *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud* [en línea], 2019, vol. 2, no 1, pp. 75-79. [Consulta: 2 enero 2022]. ISSN 2617-5274. DOI 10.5377/alerta.v2i1.7535. Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/alerta/article/view/7535>.

JANOTTI, Déborah Tesser. Estado da arte da valoração econômica ambiental dos impactos da poluição atmosférica na saúde [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brazil. 2021. [Consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unifesp.br/xmlui/handle/11600/62252>.

LÓPEZ CAMARGO, Claudia Marcela; et al. "Modelo metodológico para la valoración económica y contable de bienes y servicios ambientales en el municipio de Miraflores Boyacá". *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+D* [en línea], 2013, vol. 13, no 2, pp. 35-38. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 2422-4324, 1900-771X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096131>.

MENDOZA FERNÁNDEZ, Segundo Junior. Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba, 2017 [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 2019. [Consulta: 11 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3255>.

MENENDEZ, Gema Maria. "Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) «Proceso de decisión ambiental y sostenible para Ecuador»". *Revista San Gregorio* [en línea], 2017, no 19, pp. 124-135. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 1390-7247, 1390-7247. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6236976>.

MESTA FERNÁNDEZ, María Elena. "Servicios ambientales: Elementos para el desarrollo de un marco jurídico". *Terra Latinoamericana* [en línea], 2016, vol. 34, no 1, pp. 155-166. [Consulta: 10 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471011>.
Redalyc

MINISTERIO DEL AMBIENTE DE PERÚ. *Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural, 2015.* [en línea]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/09/MANUAL-VALORACION%20N-14-10-15-OK.pdf>.

MORA-BARRANTES, Jose Carlos; et al. "Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica en el agua de lluvia y de niebla.". *Tecnología en Marcha* [en línea], 2021, vol. 34, no 1, pp. 92-103. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 2215-3241, 0379-3982. DOI 10.18845/tm.v34i1.4806. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/4806.

MOSSONE, Paolo. "Can the Economic Valuation of the Environment be Considered a Problem of Individual Choice?". *Journal of Aquatic Research and Marine Sciences* [en línea], 2019, vol. 2, no 1, pp. 121-124. ISSN 2639-4618. DOI 10.29199/ARMS.103028. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/331865586_Can_the_Economic_Valuation_of_the_Environment_be_Considered_a_Problem_of_Individual_Choice.

MUÑOZ ESPITIA, Wilson Fernando. Monitoreo de calidad del aire en Bogotá, Colombia un estudio de disponibilidad a pagar en la localidad de Bosa [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. 2020. [Consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4098>.

NAVARRO, Javier. *Definición ABC. Definición de ANOVA*, 2017. [en línea]. [Consulta: 3 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/economia/anova.php>.

NIETO NICOMEDES, Teodoro Esteban. "TIPOS DE INVESTIGACIÓN". [en línea], 2018, pp. 4. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>.

NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE. *Registro Oficial No. 387, 7 junio 2011.* [en línea]. [Consulta: 2 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf.

NÚÑEZ CARABALLO, Vladimir; et al. "Emisiones de dióxido de azufre a la atmósfera por fuentes fijas del MINAG y su influencia en la calidad del aire en la provincia de Villa Clara". *Centro Agrícola* [en línea], 2019, vol. 46, no 3, pp. 86-95. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 0253-5785. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000300086&lng=es&nrm=iso&tlng=en.

OMS. *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, 2005* [en línea]. [Consulta: 2 diciembre 2021]. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=B1B135C0E33F28EE1A1DE80063E2F861?sequence=1.

OSORIO MÚNERA, Juan David. "Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación". *Semestre Económico* [en línea], 2017, vol. 7, no 13, pp. 52. [Consulta: 16 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1141>.

PACHECO PALACIOS, Shomira Mariel. Valoración económica ambiental del recurso aire en el sector urbano marginal del cantón Riobamba [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14273>.

PARDO ROZO, Yelly Yamparli; et al. "Valoración económica de los hogares por la calidad del aire en Florencia, Caquetá". *Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas - FACCEA* [en línea], 2020, vol. 10, no 1, pp. 19-31. [Consulta: 2 diciembre 2021]. ISSN 2539-4703, 1657-9658. DOI 10.47847/facce.v10n1a2. Disponible en: <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/facce/article/view/256>.

PÁRRAGA, Anita Rivas; et al. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GADMFO 2014-2019*, 2018 [en línea]. Disponible en: <https://www.orellana.gob.ec/docs/PDyOT%20GADMFO%202014-2019.pdf>.

PENICHE-CAMPS, Salvador; et al. "La costumbre al envenenamiento: El caso de los contaminantes atmosféricos de la ciudad de Guadalajara, México". *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], 2020, vol. 54, no 2, pp. 1-19. [Consulta: 10 diciembre 2021]. ISSN 2215-3896. DOI 10.15359/rca.54-2.1. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-38962020000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

PEÑA MURILLO, Sandra Emperatriz. "Impacto de la contaminación atmosférica en dos principales ciudades del Ecuador". *Universidad y Sociedad* [en línea], 2018, vol. 10, no 2, pp. 289-293. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202018000200289&lng=es&nrm=iso&tlng=en.

PEREVOCHTCHIKOVA, María. "La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales". *Gestión y política pública*, 2013, vol. 22, pp. 283-312. ISSN 1405-1079.

PINEDA-MARTÍNEZ, Luis F; et al. "Dispersion of atmospheric coarse particulate matter in the San Luis Potosí, Mexico, urban area". *Atmósfera* [en línea], 2014, vol. 27, no 1, pp. 5-19. ISSN 0187-6236. DOI 10.1016/S0187-6236(14)71097-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187623614710975>.

QUEROL, Xavier. *La calidad del aire en las ciudades: un reto mundial* [en línea]. España: 2018. ISBN 978-84-09-01905-2. Disponible en: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf>.

QUIROGA MARTÍNEZ, Rayén. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas* [en línea]. Santiago de Chile - Chile: Naciones Unidas, CEPAL, Div. de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2001. ISBN 978-92-1-321911-9.

RAFFO LECCA, Eduardo. "Valoración económica ambiental: el problema del costo social". *Industrial Data* [en línea], 2016, vol. 18, no 1, pp. 108-118. [Consulta: 10 diciembre 2021]. DOI 10.15381/idata.v18i1.12073. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12073>.

RIPKA DE ALMEIDA, Adriana; et al. "Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales". *Revista Universidad y Sociedad* [en línea], 2018, vol. 10, no 4, pp. 246-255. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202018000400246&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ROCHA, Juan Pablo. "Identificación, análisis y control de riesgos para trabajos en caliente dentro de la industria petrolera". *Instname: Universidad FASTA* [en línea], 2015, [Consulta: 21 febrero 2022]. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/1463>.

RODRÍGUEZ CÓRDOVA et al. "Incidencia de la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en la gestión ambiental". *Universidad y Sociedad* [en línea], 2017, vol. 9, no 5, [Consulta: 11 diciembre 2021]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/740>.

ROMERO PLACERES, Manuel. et al. "La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* [en línea], 2006, vol. 44, no 2, pp. 1-14. [Consulta: 10 diciembre 2021]. ISSN 0253-1751. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223214848008>. Redalyc

SÁNCHEZ ÁLZATE, Marcela. "¿Condicionan los recursos naturales el crecimiento económico?". *Semestre Económico* [en línea], 2011, vol. 14, no 29, pp. 117-128. [Consulta: 11

diciembre 2021]. ISSN 0120-6346. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165022467006>. Redalyc

SANGOLUISA IBARRA, Michael Berenice. Valoración económica de la contaminación del aire Caso de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao del Distrito Metropolitano de Quito [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador: 2018. Disponible en:
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15096/TESIS%20MISHAEL%20SANGOLUISA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SBARATO, Rubén; & RUBIO, Marcelo. "Monitoreo de cov's en el aire de la ciudad de Córdoba, Argentina". *Revista de Salud Pública*, 2018, vol. 22, pp. 62. DOI 10.31052/1853.1180.v22.n2.20787.

TANTIWAT, Waranan. et al. "The Estimation of the Willingness to Pay for Air-Quality Improvement in Thailand". *Sustainability* [en línea], 2021, vol. 13, no 21, pp. 12313. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su132112313. Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/12313>.

TRUEBA REGALADO, Rafael; & ORTIZ PANIAGUA, Carlos Francisco. "Métodos de valoración económica vinculados al análisis costo-beneficio extendido: el caso de la región oeste del lago de Cuitzeo, Michoacán, México". *Revista Desarrollo Local Sostenible* [en línea], 2019, vol. 12, no 34, pp. 1-25. ISSN 1988-5245. Disponible en:
<https://www.eumed.net/rev/delos/34/lago-cuitzeo-valoracion.pdf>.

VÁZQUEZ, Víctor. "Externalidades y medioambiente". *Revista Iberoamericana de Organización de Empresas y Marketing* [en línea], 2014, vol. 2, no 1, pp. 15. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Victor-Vazquez-6/publication/308524624_Externalidades_y_medioambiente/links/57e6470008ae9227da9a0b18/Externalidades-y-medioambiente.pdf.

VINUEZA ARGUELLO, Carlos Enrique. Análisis de la calidad del aire en los puntos de monitoreo de la Secretaría del Ambiente, ubicados dentro del Distrito Metropolitano de Quito en el periodo 2005 – 2017 [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador: 2018. [Consulta: 21 febrero 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/15882>.

WEI, Weixian. & WU, Yan. "Willingness to pay to control PM2.5 pollution in Jing-Jin-Ji Region, China". *Applied Economics Letters* [en línea], 2017, vol. 24, no 11, pp. 753-761. [Consulta: 1 diciembre 2021]. ISSN 1350-4851, 1466-4291. DOI 10.1080/13504851.2016.1226482. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13504851.2016.1226482>.

ZAMBRANO CHÁVEZ, Milly Elizabeth. Análisis de dispersión de contaminantes emitidos por motores que utilizan petróleo crudo como combustible [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universitat de Barcelona, Barcelona, España: 2018. [Consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/125009>.

ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA APLICADA EN LOS 3 ESTRATOS DEL CANTÓN (PÁG 1/2)



ENCUESTA GUIADA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL
DEL RECURSO AIRE EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA”



La presente encuesta busca obtener información sobre la calidad del **aire**, en el sector donde reside y realiza sus actividades cotidianas. Sus respuestas son de vital importancia y serán utilizadas únicamente con **fines académicos** (se mantendrá absoluta **confidencialidad**).

*Instrucciones: Seleccionar solo una opción de respuesta.
Marque con (✓) o (X) su respuesta.*

N° Encuesta:

Sección A. Componente sociodemográfico y económico productivo

1. Género:

- Masculino Femenino Otro

2. Edad (años):

- Joven (18 a 29) Adulto (30 a 45) Mayor (46 a 60) Adulto mayor (61 o más)

3. Sector de residencia

- Urbano (centro) Urbano (parroquia, barrio, ciudadela) Rural (campo)

4. Grupo étnico:

- Mestizo Indígena Blanco Afroecuatoriano
 Otro (cuál): _____

5. Nivel académico

- Ninguna Primaria Secundaria Tercer nivel Postgrado

6. Ocupación:

- Agricultura Comercio Transporte Construcción
 Petróleo y afines Que hacer doméstico Otro (cuál): _____

7. Ingresos mensuales familiares (\$):

- a) 0 – 400 b) 401 – 800 c) 801 – 1200 d) Mayor a 1200

8. Gastos mensuales familiares (\$):

- a) 0 – 300 b) 301 – 600 b) 601 – 900 d) Mayor a 900

9. Número de miembros de su familia

- a) 1 – 3 b) 4 – 6 c) 7 – 9 d) Más de 10

Sección B. Medio ambiente

10. La calidad de aire en la zona donde vive usted es:

- Muy buena Buena Regular Mala

11. ¿Cuál considera usted que es el problema social de mayor importancia en su sector?

- Delincuencia Contaminación Desempleo Corrupción Analfabetismo

12. ¿Conoce usted si se han realizado estudios sobre la contaminación del aire en el Cantón Francisco de Orellana?

- No Si (cuáles); _____

13. El aporte del Estado (Municipio, Prefectura y Ministerios) para la prevención de la contaminación y la protección del aire en su sector ha sido:

- Notable Suficiente Insuficiente Nulo

Sección C. Consciencia ambiental y valoración económica de la calidad del aire

14. ¿Cuál de las siguientes actividades considera usted que genera mayor contaminación del aire? (Puede escoger más de una)

- Industria petrolera Transporte Agricultura Manejo de desechos (basura)
 Otra
(cuál): _____

15. Los responsables de las actividades que generan mayor contaminación al aire deberían contribuir económicamente para su conservación (del aire)

- Totalmente de acuerdo De acuerdo En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

16. ¿Qué tan importante es para usted, el realizar actividades de recreación al aire libre en familia?

- Muy importante Importante Poco importante No importante

17. ¿Qué tan importante es para usted y su familia la conservación de la calidad de aire en sector?

- Muy importante Importante Poco importante No importante

18. Cómo usuario directo del aire ¿Estaría dispuesto a contribuir con un valor económico, para la vigilancia y control de la contaminación del aire?

- Totalmente dispuesto Dispuesto Poco dispuesto Nada dispuesto

19. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar anualmente para contribuir al cuidado de la calidad del aire de su sector y/o ciudad?

- De 0 a 25 cents De 26 a 50 cents De 51 cents a 1,0 dólar De 1,01 a 2,0 dólares
 Mas de 2,0 dólares

20. Dicha contribución económica (anual) podría ser incluida en las planillas (facturas) de:

- Luz Agua potable Impuesto predial Otra
(cuál): _____

21. ¿Qué institución considera usted que debería administrar los recursos económicos recaudados?

- Municipio Consejo provincial Ministerio de ambiente, agua y transición ecológica Otra
(cuál): _____

¡Agradecemos por su tiempo dedicado a responder nuestra encuesta!

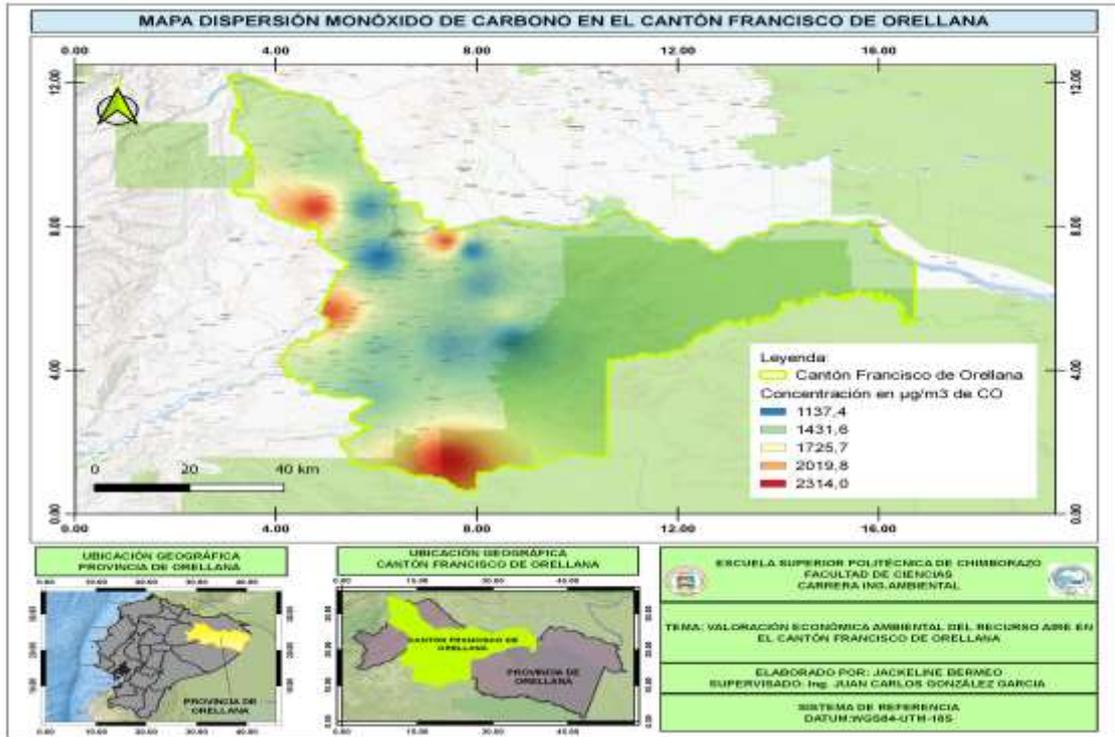
ANEXO B: LIBRO DE CÓDIGOS PARA LA TABULACIÓN DE LA ENCUESTA

Variable	Ítem	Categorías	Códigos	Columnas	
Descripción personal	Género	Masculino	1	1	
		Femenino	2	1	
		Otro	3	1	
	Edad	Joven (18 a 29 años)	1	2	
		Adulto (30 a 45 años)	2	2	
		Mayor (46 a 60)	3	2	
		Adulto mayor (61 años en adelante)	4	2	
	Sector de residencia	Urbano	1	3	
		Urbano marginal	2	3	
		Rural	3	3	
	Etnia	Mestizo	1	4	
		Indígena	2	4	
		Blanco	3	4	
		Afroecuatoriano	4	4	
		Otro	5	4	
	Nivel académico	Ninguna	1	5	
		Primaria	2	5	
		Secundaria	3	5	
		Tercer nivel	4	5	
		Postgrado	5	5	
Nivel socioeconómico	Ocupación	Agricultura	1	6	
		Comercio	2	6	
		Transporte	3	6	
		Construcción	4	6	
		Petróleo y afines	5	6	
		Que hacer doméstico	6	6	
		Otra	7	6	
	Ingresos	a) 0 – 400	1	7	
		b) 401 – 800	2	7	
		c) 801 – 1200	3	7	
		d) Mayor a 1200	4	7	
	Gastos	a) 0 – 300	1	8	
		b) 301 – 600	2	8	
		c) 601 – 900	3	8	
		d) Mayor a 900	4	8	
	Familia	a) 1 – 3	1	9	
		b) 4 – 6	2	9	
		c) 7 – 9	3	9	
		d) Más de 9	4	9	
	Estado de la calidad del aire	Percepción CA	Muy buena	4	10
			Buena	3	10
			Mala	2	10
			Muy mala	1	10
Prob. Socio-ambientales		Delincuencia	1	11	
		Contaminación	2	11	
		Desempleo	3	11	
		Corrupción	4	11	
		Analfabetismo	5	11	
Estu. Cont. Aire		No	1	12	
		Si	2	12	
Aporte estatal		Notable	4	13	
		Suficiente	3	13	
		Insuficiente	2	13	
		Nulo	1	13	
Act. Contaminantes		Industria petrolera	1	14	
		Transporte	2	14	
		Agricultura	3	14	
		Manejo de desechos (basura)	4	14	
		Otra	5	14	

	Contaminador paga	Totalmente de acuerdo	4	15
		De acuerdo	3	15
		En desacuerdo	2	15
		Totalmente de desacuerdo	1	15
Importancia de la calidad del aire	Acts. aire libre	Muy importante	4	16
		Importante	3	16
		Poco importante	2	16
		No importante	1	16
	Conservación CA	Muy importante	4	17
		Importante	3	17
		Poco importante	2	17
		No importante	1	17
Disposición a pagar para preservación de la calidad del aire	DAP CA	Totalmente dispuesto	4	18
		Dispuesto	3	18
		Poco dispuesto	2	18
		Nada dispuesto	1	18
	Valor DAP CA	De 0 a 25 centavos	1	19
		De 26 a 50 centavos	2	19
		De 51 centavos a 1,0 dólar	3	19
		De 1,01 a 2,0 dólares	4	19
		Mas de 2,0 dólares	5	19
	Vía de pago	Luz	1	20
		Agua potable	2	20
		Impuesto predial	3	20
		Otra	4	20
	Institución encargada	Municipio	1	21
		Consejo provincial	2	21
		Ministerio de ambiente, agua y transición ecológica	3	21
Otra		4	21	

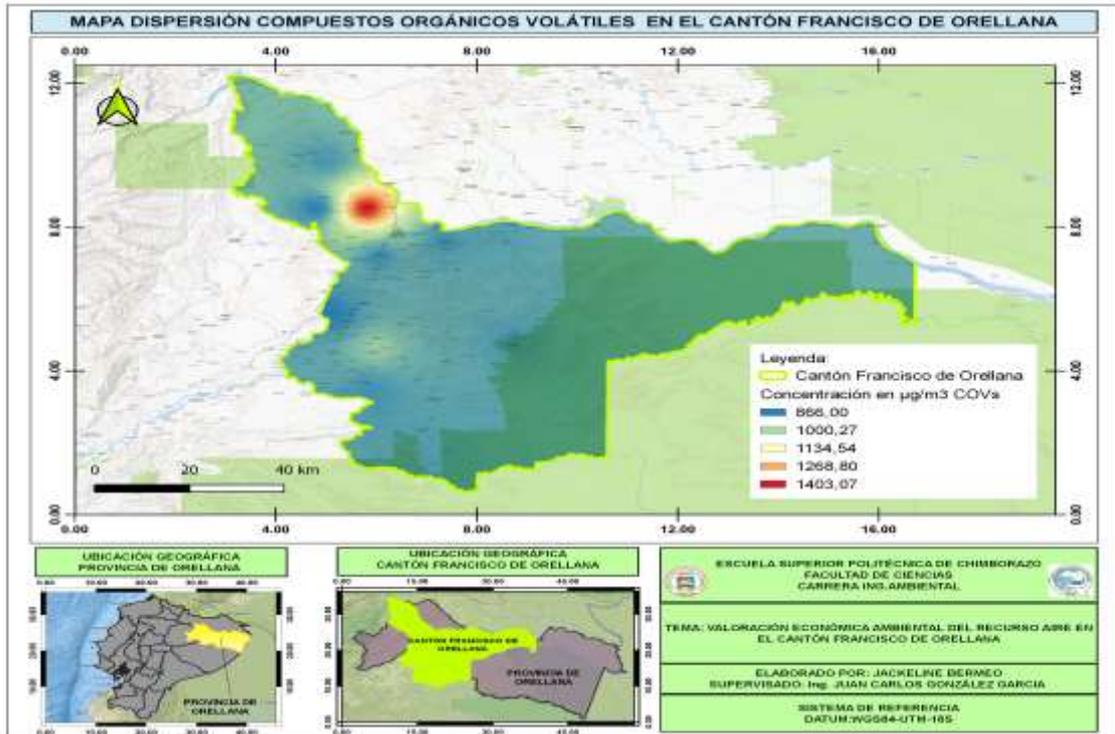
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO C: MAPA DE DISPERSIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)



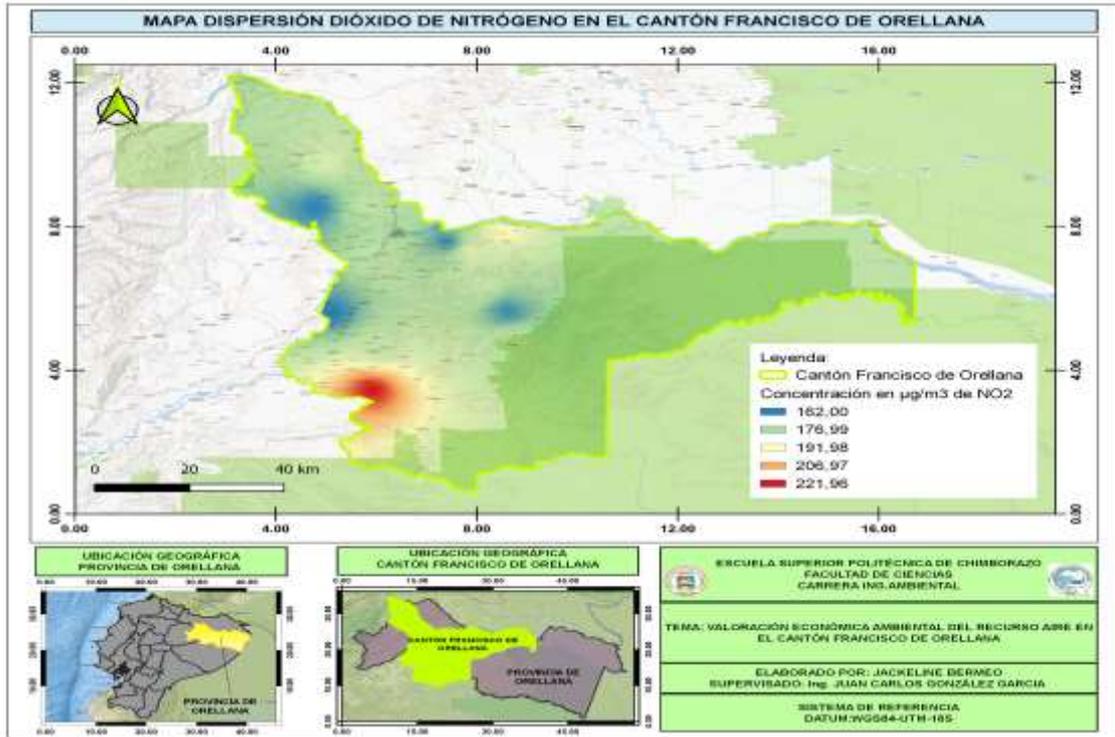
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO D: MAPA DE DISPERSIÓN COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)



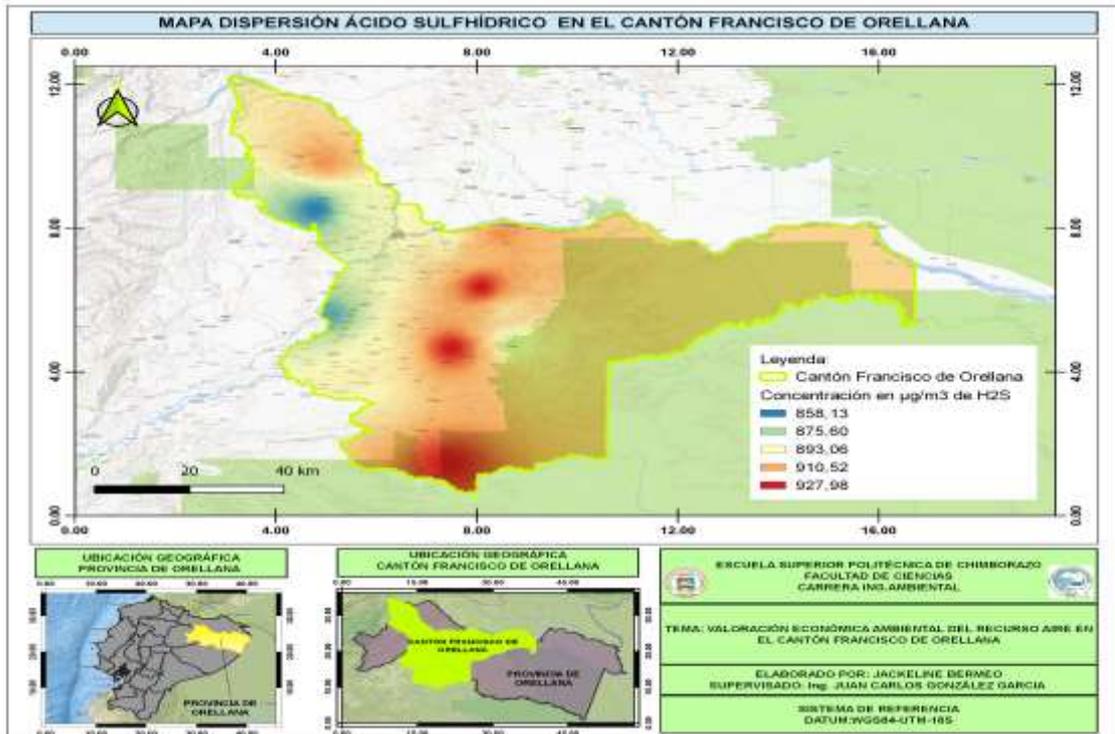
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO E: MAPA DE DISPERSIÓN DIÓXIDO DE NITRÓGENO



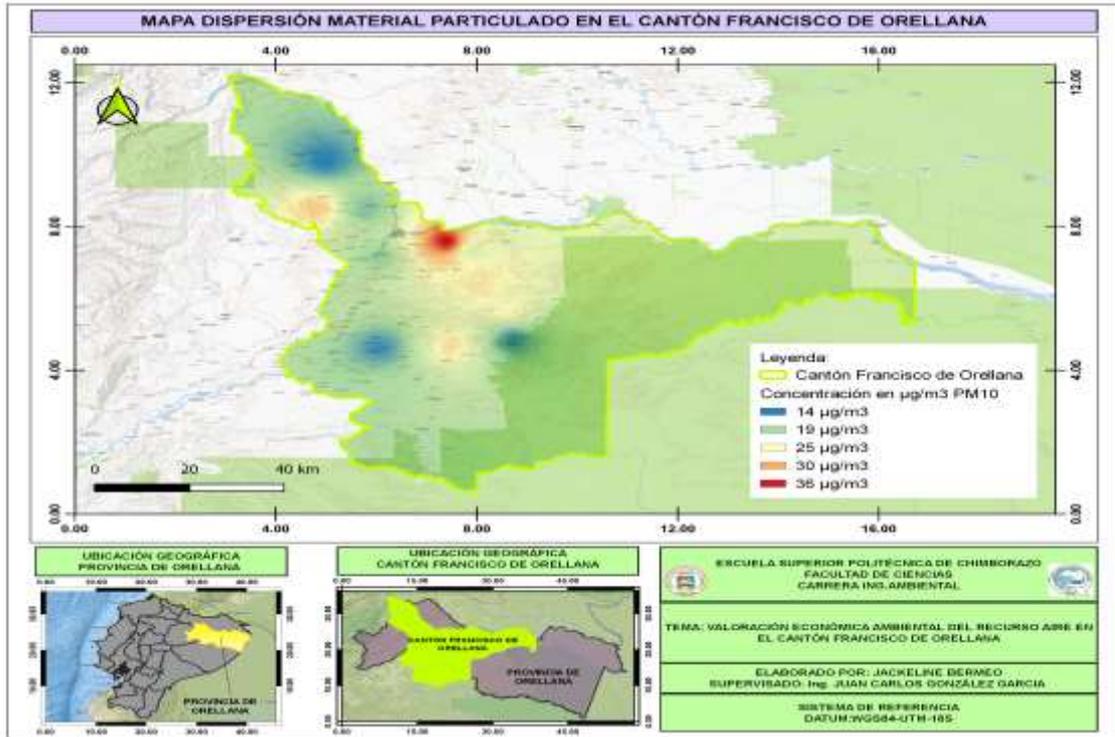
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO F: MAPA DE DISPERSIÓN ÁCIDO SULFÚRICO



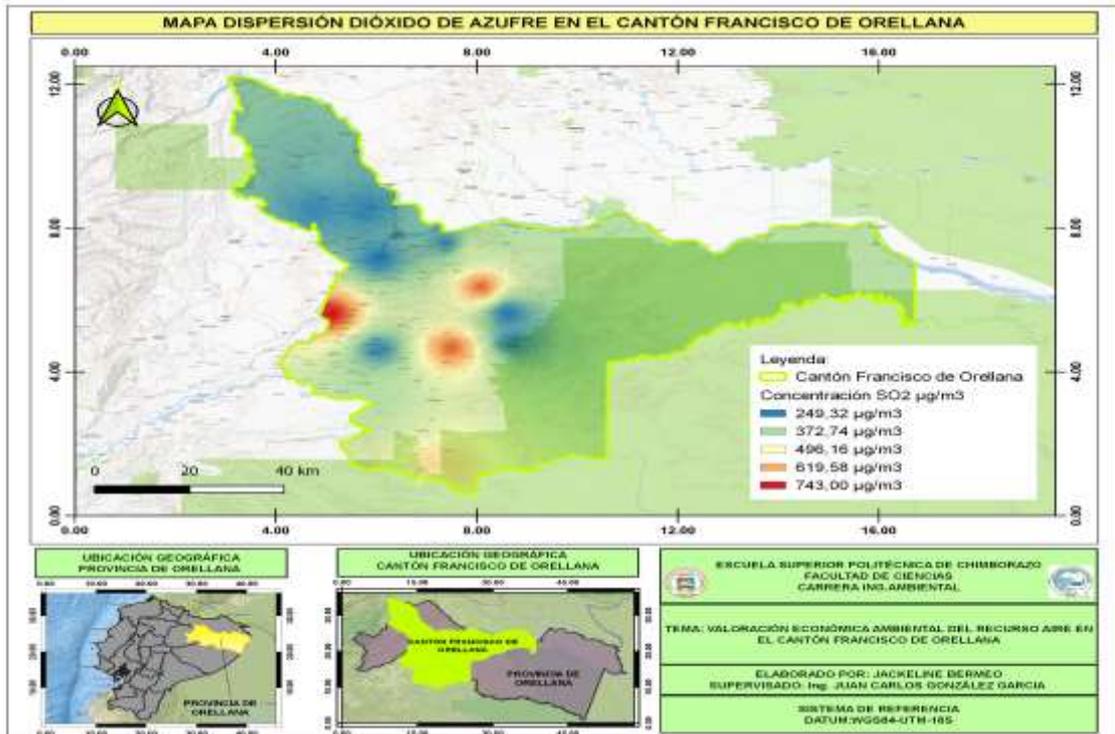
Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO G: MAPA DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀)



Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO H: MAPA DE DISPERSIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE



Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.

ANEXO I: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS



A) Estrato urbano



B) Estrato urbano marginal



C) Estrato rural



D) Sendero del estrato rural

Realizado por: Bermeo Sterling, Jackeline, 2022.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL*

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 14 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: *Jackeline Stephanie Bermeo Sterling*

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Ciencias*

Carrera: *Ingeniería Ambiental*

Título a optar: *Ingeniera Ambiental*

f. Analista de Biblioteca responsable: *Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.*

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.04.14 10:13:30 -05'00'



0675-DBRA-UTP-2022