

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“CARACTERIZACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO PARA CONTROL DE
LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN AZOGUES”**

AUTOR:

GIOVANNY SEBASTIÁN MOROCHO ROJAS

TUTOR:

ING. JAVIER STALIN VÁZQUEZ SALAZAR, MSc.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Giovanni Sebastián Morocho Rojas con documento de identificación N° 0302497243, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO PARA CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN AZOGUES”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.



Giovanni Sebastián Morocho Rojas

C.I. 0302497243

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO PARA CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN AZOGUES”**, realizado por Giovanni Sebastián Morocho Rojas, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Vázquez Salazar', is written over a horizontal line.

Ing. Javier Stalin Vázquez Salazar, Msc.

C.I. 0301448353

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Giovanni Sebastián Morocho Rojas con documento de identificación N° 0302497243, autor del trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO PARA CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN AZOGUES”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre de 2021.



Giovanni Sebastián Morocho Rojas

C.I. 0302497243

DEDICATORIA

A Dios, debido a que las probabilidades radican en su voluntad, y sin Él nada es concebible. Por lo cual le agradezco y dedico la consumación de mi carrera universitaria, con la certeza de que continuará guiando el sendero de mi vida profesional como Ingeniero Mecánico Automotriz.

A mi madre Jacqueline, por ser la figura amorosa de apoyo presente y constante a lo largo de mi formación académica y personal. Por creer siempre en mis capacidades y brindarme las herramientas necesarias para ejecutar a convicción mi sueño.

A mi padre Giovanni, por ser la guía emocional e intelectual en mi vida. Por inculcarme la afición al deporte motor, los vehículos de alto rendimiento, el buen gusto en el diseño de proyectos y la prolijidad al momento de ejecutarlos.

A mi hermana María José, por ser un personaje analista y motivacional en mi vida.

A mi Abuelo Miguel Ángel, por llevarme de la mano al inicial, acogerme como aprendiz durante mis vacaciones escolares, formar mi habilidad al manipular herramientas, enseñarme el valor del trabajo honesto y el gusto por ensuciarme las manos. Eres la persona responsable de mi amor por la mecánica.

A mi Abuela Hilda Manuela, por su don de consejo, la ternura y preocupación que ha puesto en mí desde pequeño. Por ilusionarse y celebrar conmigo cada escalón de mi formación personal y profesional.

A Colin, por su incondicional compañía en las noches largas y amaneceres tempranos, por llevarme a dar un paseo, escucharme, aclarar mis ideas, y enseñarme el valor de las cosas más simples que la vida ofrece. Te extraño y siempre te recuerdo.

AGRADECIMIENTO

A la honorable Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, le agradezco el haberme educado en los valores de confianza y amor instruidos por Don Bosco, quien acertadamente pensaba que “la dulzura en hablar, en el obrar y en reprender lo gana todo, y a todos”. Nunca olvidaré las experiencias, docentes, personal administrativo, personal de servicio y amigos que obtuve a lo largo de mi formación, a quienes aprecio, admiro y respeto.

Al apreciado catedrático y director de tesis M.I. Javier Vázquez Salazar por su acertado consejo, conocimiento y paciencia en la elaboración del documento presente.

Al GAD municipal de la ciudad de Azogues en la persona del Doctor Romel Sarmiento, por el apoyo y apertura brindada en el desarrollo de la fase de investigación.

A la Dirección de Movilidad del GAD municipal en la persona del Ingeniero Juan Pablo Mogrovejo, figura clave en el acceso a datos estadísticos basados en el entendimiento de la situación actual y futura del parque automotor del cantón.

A la Dirección de Gestión Ambiental del GAD municipal, en la persona del Ingeniero Gerardo Correa por su imprescindible aporte bibliográfico e histórico referente a estudios de niveles de contaminantes aéreos ejecutados en la ciudad.

A la Empresa municipal de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Azogues EMAPAL E.P. en la persona del Ingeniero Santiago Luna por su favorable acogida, sumada al importante aporte tecnológico del Ingeniero José Francisco Verdugo en la caracterización geográfica de la urbe.

A todo quien creyó y cree en mí... Gracias.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación trata sobre la caracterización de una red de monitoreo para control de la calidad de aire en la zona urbana del cantón Azogues.

Como punto inicial se procedió a indagar acerca de los fundamentos teóricos y científicos referentes a motores de combustión interna y su relación con la contaminación del aire, los contaminantes atmosféricos primarios y su relación con la combustión, para comprender de mejor manera los efectos nocivos de las emisiones contaminantes, las normativas internacionales y nacionales que los regulan. Como resultado se resalta la necesidad de ejercer control de los niveles de contaminación mediante el monitoreo de calidad del aire. La premisa requiere el diseño previo de una red de monitoreo basada en criterios técnicos-científicos probados y certificados en lo referente a cantidad y ubicación de los puntos de muestreo requeridos por la red, así como las consideraciones finales y relativas en la implementación de los mismos.

La sección posterior analizará a detalle la zona de implementación, la distribución vial en la cual existe presencia de alto flujo vehicular, estableciendo los criterios para la subsecuente selección de equipos analizadores.

La evidencia obtenida de la sección precedente permitirá el establecimiento de los puntos idóneos para el emplazamiento de las estaciones de monitoreo destacando sus característica y ubicación privilegiada.

Palabras clave: Red de monitoreo, calidad del aire, Azogues

SUMMARY

The current project and research consists in the characterization of a monitoring network to control air quality in the urban area of Azogues city.

As a starting point proceed to inquire about theory and scientific foundations about internal combustion engines and their relation with air pollution, primary atmospheric pollutants and their relation with combustion, in order to understand better the harmful effects caused by polluting emissions, the international and national regulations that norm them. As a result the need to control pollution levels through air quality monitoring is highlighted. The premises requires the prior design of an air quality monitoring network based on proven and certified technical-scientific criteria regarding the quantity and location of the necessary sampling points needed by the network as well as the final and relative considerations in the implementation of it.

The subsequent section will analyze in detail the implementation area, the road distribution in which there is a high traffic flow, establishing the criteria for the subsequent selection of analyzer equipment.

The evidence obtained from the preceding section will allow the establishment of the ideal points for the location of the monitoring stations, highlighting their characteristics and privileged location.

Keywords: Monitoring network, quality air, Azogues

CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
ÍNDICE DE TABLAS:.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
INDICE DE ECUACIONES	xix
Introducción.....	1
Antecedentes.....	1
Importancia y alcances.....	1
Delimitación.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Capítulo 1: Fundamentos técnicos y legales para la caracterización de una red de monitoreo para el control de la calidad del aire.	5
1.1 Motores de combustión interna y su relación con la contaminación del aire	5
1.1.1 Fuentes antropogénicas	5
1.1.1.1 Fuentes móviles	5
1.2 Fundamentos de los motores.....	5

1.2.1 Motores a gasolina	6
1.2.2 Motores diésel	6
1.3 El aire.....	7
1.3.1 Contaminantes atmosféricos primarios y su relación con la combustión	7
1.3.1.1 Material particulado	8
1.3.1.2 Ozono	8
1.3.1.3 Dióxido de nitrógeno	9
1.3.1.4 Dióxido de azufre.....	9
1.3.1.5 Monóxido de carbono	9
1.3.2 Efectos de la contaminación	10
1.3.2.1 Impactos en la salud humana	10
1.3.2.2 Impactos medio ambientales.....	10
1.3.3 Guías y normas para contaminantes primarios a satisfacer	11
1.3.3.1 Guías para calidad de aire ambiente OMS "Organización Mundial de la Salud"	11
1.3.3.2 NECAA Libro IV Anexo 4 "Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente"	12
1.4 Control de la calidad del aire	12
1.4.1 Monitoreo de la calidad del aire.....	13
1.5 Diseño de una red de monitoreo de calidad del aire	13
1.5.1 Disponibilidad de recursos.....	13
1.5.2 Cantidad y ubicación de puntos de muestreo.....	14
1.5.2.1 Estrategia de cobertura espacial para monitoreo basado en cuadrículas	14
1.5.2.2 Estrategia de cobertura espacial para monitoreo basado en puntos representativos.....	15
1.5.3 Consideraciones finales para la selección puntos de muestreo.....	16

1.5.3.1 Propósitos generales del monitoreo	16
1.5.3.2 Fuentes y emisiones	16
1.5.3.3 Meteorología y topografía.....	17
1.5.3.4 Datos existentes de calidad del aire	17
1.5.3.5 Otros datos	17
1.5.4 Consideraciones relativas a la ubicación de puntos de muestreo a micro escala.....	17
1.5.4.1 Seguridad y salud pública	18
1.5.4.2 Aspecto y estética del lugar (posible carácter intrusivo de la red)	18
1.5.4.3 Seguridad y vandalismo.....	18
1.5.4.4 Acceso a las instalaciones y mantenimiento.....	19
1.5.4.5 Espacio aerodinámico, protección	19
1.5.4.6 Distancia a fuentes menores.....	20
1.5.4.7 Distancia a Vías	20
1.5.4.8 Volúmenes de tránsito absolutos	23
1.5.4.8 Volúmenes de tránsito promedio diarios	24
1.5.5 Instrumentos utilizados en base a contaminantes de interés	25
1.5.5.1 Analizadores automáticos	25
1.5.5.2 Muestreadores activos.....	26
1.5.5.3 Muestreadores pasivos	26
1.6 Redes de monitoreo de calidad del aire en el Ecuador.	27
1.6.1 Distrito Metropolitano de Quito.....	28
1.6.2 Municipio de Cuenca	28
1.6.3 Municipio de Ambato	29

Capítulo 2: Caracterización geográfica del cantón Azogues	30
2.1 Análisis de la población	30
2.1.3.1 Proyección poblacional.....	31
2.1.3.2 Densidad poblacional.....	31
2.2 Análisis del área de cobertura	32
2.2.1 Implementación de estrategia de cobertura espacial basada en cuadrículas	35
2.2.1.1 Identificación y codificación de puntos generados	36
2.2.2 Implementación de cobertura basada en puntos representativos	37
2.2.2.1 Equipamientos educativos	37
2.2.2.2 Equipamientos públicos	38
2.2.2.3 Equipamientos de salud	39
2.2.2.4 Ejes viales principales.....	40
2.2.2.5 Intersecciones conflictivas	41
2.2.2.5 Tráfico en directo.....	43
2.3 Análisis de elementos críticos de emisión	45
2.3.1 Conformación del parque automotor particular.....	45
2.3.2 Transporte urbano	46
2.3.3 Transporte privado. Taxis y carga liviana.....	47
2.3.4 Transporte inter-parroquial	49
2.3.5 Transporte inter-cantonal	50
2.3.6 Transporte inter-provincial	51
2.4 Análisis de vías conflictivas relevantes	52
2.4.1 Tránsito promedio diario en vías relevantes	52

2.5 Análisis climatológico	53
2.5.1 Temperatura	53
2.5.2 Viento.....	55
2.6 Criterios para la selección de equipos analizadores.....	56
2.6.1 Antecedentes de muestreo. Registro histórico	56
2.6.1.1 Estrategia de prevención y control de la contaminación del aire de Azogues	56
2.6.1.2 Informe de actividades del proyecto monitoreo atmosférico de calidad del aire de la ciudad de Azogues 2009.....	58
2.6.1.3 Informe de actividades del monitoreo atmosférico de calidad del aire de la ciudad de Azogues año 2010.....	59
2.6.2 Analizadores y equipos. Red de monitoreo automática.....	59
2.6.2.1 Thermo Scientific 5028i	60
2.6.2.2 Teledyne T400	61
2.6.2.3 Teledyne T200	62
2.6.2.4 Teledyne T100	63
2.6.2.5 Teledyne T300	64
2.6.2.6 Vaisala WXT536	65
2.6.3 Analizadores y equipos. Red de monitoreo pasivo-activa y de depósito.....	66
2.6.3.1 Thermo Scientific/ High Vol VCF-MP10.....	66
2.6.3.2 Adventurer Pro OHAUS	67
2.6.3.3 Thermo Scientific/ Genesys 30.....	68
2.6.3.5 Metrohm 930 Advanced Compact IC	69
2.6.3.6 Horno Memmert.....	70

Capítulo 3: Caracterización de la red de monitoreo.....	71
3.1 Conformación de la red del monitoreo de calidad de aire para la ciudad de Azogues	71
3.1.1 Red de monitoreo automática de (REMO-A)	71
3.1.1.1 Estación de monitoreo automático Municipio	72
3.1.1.2 Estación de monitoreo automático Emapal.....	74
3.1.1.3 Estación de monitoreo automático Guapán	76
3.1.2 Red de monitoreo pasivo-activa (REMO-PA).....	78
3.1.2.1 Estación de monitoreo pasivo Municipio	80
3.1.2.2 Estación de monitoreo pasivo-activa escuela 4 de noviembre.....	80
3.1.2.3 Estación de monitoreo pasivo santuario San Francisco	81
3.1.2.4 Estación de monitoreo pasivo cementerio municipal	82
3.1.2.5 Estación de monitoreo pasivo Emapal	83
3.1.2.6 Estación de monitoreo pasivo-activa Centro de atención ciudadana.....	84
3.1.2.7 Estación de monitoreo pasivo mercado de carbón y leña	85
3.1.2.8 Estación de monitoreo pasivo Guapán.....	86
3.1.2.9 Estación de monitoreo pasivo planta de tratamiento Uchupucún	86
3.1.3 Red de monitoreo de depósito (REMO-D)	87
3.1.3.1 Estación de monitoreo de depósito cerro Abuga	88
3.1.4 Costo aproximado de implementación.....	89
4.1 Conclusiones.....	91
4.2 Recomendaciones.....	93
Bibliografía	94
Anexos	99

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Clasificación del Material Particulado.....	8
Tabla 2. Límites de niveles de contaminantes establecidos por OMS.....	11
Tabla 3. Límites de niveles de contaminantes establecidos en la NECAA	12
Tabla 4. Rubros generados por un sistema de monitoreo de calidad del aire	14
Tabla 5. Posibles Ubicaciones de Monitoreo Relevantes para la Evaluación de la Exposición..	15
Tabla 6. Distancia mínima de separación entre toma muestras y vías vehiculares	21
Tabla 7. Técnicas automáticas de monitoreo del aire	26
Tabla 8. Técnicas activas de monitoreo del aire	26
Tabla 9. Técnicas pasivas de monitoreo del aire	27
Tabla 10. Población de la Provincia del Cañar por cantones.....	30
Tabla 11. Distribución de la población en el cantón Azogues según la región que habita.....	30
Tabla 12. Proyecciones Referenciales de Población Cantonal	31
Tabla 13. Distribución de la población en el cantón Azogues según la parroquia que habitan...	31
Tabla 14. Distribución poblacional en la zona central e inmediaciones.....	31
Tabla 15. Zona 7 de Planificación y Organizaciones Barriales	34
Tabla 16. Zona 4 de Planificación y Organizaciones Barriales	34
Tabla 17. Zona 5 de Planificación y Organizaciones Barriales	34
Tabla 18. Puntos de análisis generados a través del mallado.....	36

Tabla 19. Cantidad de vehículos matriculados por año y su proyección.....	46
Tabla 20. Líneas de transporte urbano compañía “TRURAZ S.A.”	47
Tabla 21. Edad de los vehículos de transporte urbano.....	47
Tabla 22. Empresas de servicio de transporte de taxis de Azogues.....	48
Tabla 23. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas de taxis.....	48
Tabla 24. Empresas de servicio de transporte de carga liviana de Azogues.....	49
Tabla 25. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas de transporte mixto.....	49
Tabla 26. Edad de los vehículos de transporte inter-parroquial.....	50
Tabla 27. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas inter-provincial	51
Tabla 28. Vías conflictivas relevantes para el estudio	52
Tabla 29. TPDS en vías conflictivas relevantes.....	53
Tabla 30. Resultados promedio del monitoreo de PM10 efectuado por la cementera Guapán entre los años 2006 y 2008.....	57
Tabla 31. Registro histórico de contaminantes	58
Tabla 32. Analizadores de Partículas y Gases utilizados en la red de monitoreo automática	60
Tabla 33. Analizadores de Partículas y Gases utilizados en la red pasivo-activa y de depósito .	66
Tabla 34. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo automática REMO-A	72
Tabla 35. Estación de monitoreo Municipio	73
Tabla 36. Estación de monitoreo EMAPAL EP.	75
Tabla 37. Estación de monitoreo Guapán	77

Tabla 38. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo REMO-PA	79
Tabla 39. Estación de monitoreo pasivo-activa escuela 4 de noviembre.....	81
Tabla 40. Estación de monitoreo pasiva San Francisco.....	82
Tabla 41. Estación de monitoreo pasivo Cementerio municipal	83
Tabla 42. Estación de monitoreo pasivo-activa Centro de atención ciudadana.....	84
Tabla 43. Estación de monitoreo pasiva mercado de carbón y leña.	85
Tabla 44. Estación de monitoreo pasiva planta de tratamiento Uchupucún	87
Tabla 45. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo de depósito REMO-D	87
Tabla 46. Estación de monitoreo de depósito cerro Abuga	88
Tabla 47. Costos aproximados de implementación	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Establecimiento de Puntos de muestreo según TA Luft.....	15
Figura 2. Distancia de los analizadores de PM ₁₀ y PM _{2,5} al carril de la vía más próxima	21
Figura 3. Ilustración de las recomendaciones para la ubicación de estaciones de vigilancia.....	22
Figura 4. Distancias con respecto al centro urbano de la ciudad de Azogues	33
Figura 5. Estrategia basada en cuadrículas aplicada en la ciudad de Azogues.....	35
Figura 6. Distribución geográfica de equipamientos educativos	38
Figura 7. Distribución geográfica de equipamientos públicos	39
Figura 8. Distribución geográfica de equipamientos de salud.....	40

Figura 9. Distribución geográfica de ejes viales principales	41
Figura 10. Distribución geográfica de intersecciones conflictivas	42
Figura 11. Tráfico en directo típico de la ciudad de Azogues	44
Figura 12. Superposición entre mapas	45
Figura 13. Temperatura máxima y mínima promedio anual de Azogues.....	54
Figura 14. Temperatura promedio por hora de Azogues	54
Figura 15. Velocidad promedio anual del viento en Azogues	55
Figura 16. Distribución anual de la dirección del viento en Azogues	56
Figura 17. Registro histórico de contaminantes.....	57
Figura 18. Promedio de largo plazo de PM10 entre los años 2006 y 2008	58
Figura 19. Patrones de emisión para contaminantes primarios enero-abril 2010.....	59
Figura 20. Analizador automático Thermo Scientific 5028i para material particulado PM ₁₀ y PM _{2,5}	60
Figura 21. Teledyne T400 Analizador automático de ozono basado en absorción UV.	61
Figura 22. Teledyne T200 Analizador automático de dióxido de nitrógeno basado en quimioluminiscencia.	62
Figura 23. Teledyne T100 Analizador automático de dióxido de azufre basado en fluorescencia ultravioleta.	63
Figura 24. Teledyne T300 Analizador automático de monóxido de carbono basado en el principio de absorción de radiación infrarroja no dispersiva.	64

Figura 25. Estación meteorológica Compacta Vaisala WXT536.....	65
Figura 26. Muestreador activo Thermo-VCF-PM10	67
Figura 27. Balanza analítica Adventurer OHAUS.....	68
Figura 28. GENESYS™ 30 Visible Spectrophotometer.	69
Figura 29. Metrohm-930 Compact IC Flex.	69
Figura 30. Horno Memmert.....	70
Figura 31. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la red REMO-A	72
Figura 32. Estación Municipio.....	74
Figura 33. Estación Emapal	76
Figura 34. Estación Guapán.....	78
Figura 35. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la red REMO-PA.....	79
Figura 36. Estación Abuga.....	89
Figura 37. Interrelación de la red de monitoreo y la geografía de la ciudad	89

INDICE DE ECUACIONES

(Ecuación1.1)	23
(Ecuación1.2)	23
(Ecuación1.3)	23
(Ecuación1.4)	24
(Ecuación1.5)	24

(Ecuación1.6)	25
----------------------------	----

Introducción

Las estaciones de monitoreo propuestas y definidas por metodologías estratégicas denotarán los emplazamientos propensos a niveles elevados de contaminantes aéreos provenientes de fuentes móviles, a través de la adquisición de datos y valores fehacientes característicos del parque automotor azogueño, los mismos guiarán las acciones a tomar en aquella región precautelando la salud y el bienestar medioambiental.

Antecedentes

La ciudad de Azogues posee cifras de crecimiento vehicular constante, un estudio afirma que *“La flota vehicular de la ciudad hacia el año 2017 poseía un inventario de 23.500 vehículos acompañada de un crecimiento del 6% anual”* (Peñañiel, 2019, pág. 4). La premisa supone un importante crecimiento en niveles de contaminantes provenientes de fuentes móviles, las emisiones en cuestión poseen niveles máximos normados por la ley ecuatoriana. El problema radica en que no existe la infraestructura necesaria para calcular el nivel de impacto actual, mucho menos un posible estado futuro de la calidad del aire, el cual garantice la sostenibilidad ecológica y salubre en el cantón.

Importancia y alcances

La ciudad de Azogues carece de un sistema de monitoreo de la calidad del aire según lo establecido por la normativa nacional, lo cual impide un juicio final acerca de la problemática. Pese a no existir información que establezca niveles de responsabilidad específicos respecto a fuentes contaminantes, estudios coinciden en señalar a las fuentes móviles como los principales precursores de contaminantes atmosféricos (Fundación Natura, 2009, pág. I) .

Al implementarse una red de monitoreo y control de calidad del aire en el Cantón, la autoridad de control competente adquiere la capacidad de determinar la contribución y evolución de niveles de gases contaminantes tales como: dióxido de nitrógeno (NO_2), material particulado (PM), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), Ozono Troposférico (O_3) provenientes principalmente de vehículos que transitan por el bloque urbano y las acciones regulatorias necesarias para el control de las mismas. Todas las acciones enfocadas en la disminución de contaminantes tiene la finalidad de garantizar la calidad de aire ambiente al que están expuestos los residentes y visitantes de la urbe. De esta manera se pretende beneficiar directamente los índices de calidad de vida de los habitantes del cantón a través de la gestión y control proveniente del GAD municipal y el departamento de movilidad en especial al momento de medir el nivel de efectividad del proceso de revisión técnica vehicular, el cual será próximamente implementado. También es destacable que la presente investigación constará como contribución científica para el GIIT en la línea de movilidad y transporte.

En base a documentación facilitada por el GAD municipal, se puede evidenciar la recopilación de los primeros datos históricos sobre niveles de contaminantes en el cantón (Municipalidad de Azogues, 2010). El informe registró valores de contaminantes que infringían los niveles establecidos por la norma ecuatoriana de calidad de aire en dos ocasiones en los primeros meses de monitoreo. Los resultados se interpretan como antecedentes de un problema en constante crecimiento, lamentablemente el proyecto de monitoreo se paralizó hacia el año 2010 por razones político-económicas y hasta la fecha consta como un asunto olvidado o peor aún ignorado a pesar de ser una preocupación indiscutible entre sus habitantes.

Delimitación

El conocimiento acerca de niveles de contaminantes aéreos en el Ecuador implicó previos análisis acompañados de la implementación de un plan de calidad de aire nacional, el cual en su fase inicial fue llevado a cabo en las urbes más densamente pobladas del país, la premisa ha referenciado al austro y norte ecuatoriano como pioneros en el proceso debido principalmente a la gran cantidad de vehículos registrados que transitan por dichas ciudades y en vista al acelerado crecimiento del parque automotor que hemos presenciado la última década, en la cual la vecina provincia del Cañar se ha desarrollado de manera similar y paralela sin un debido control en lo que respecta a niveles de contaminantes emitidos por fuentes móviles, es así que al no contar con un sistema control de emisiones este trabajo referenciará al cantón Azogues como pionero tecnológico entre los demás cantones de la provincia cañareña, considerando en su análisis los contaminantes aéreos provenientes principalmente del sector automotriz.

Objetivo general

El objetivo general radica en caracterizar una red de monitoreo para control de calidad de aire perteneciente a la zona urbana de la ciudad de Azogues.

Objetivos específicos

Para cumplir con esta finalidad la investigación considerará los siguientes objetivos específicos:

- * Establecer sustentos teóricos, a través de investigación bibliográfica que sirva de soporte para las temáticas analizadas en el estudio.
- * Caracterizar geográficamente el cantón Azogues, mediante análisis de puntos de alto flujo vehicular para determinar zonas propensas a niveles de contaminación elevados.
- * Establecer la propuesta de equipos, evaluando las características técnicas y gases medibles para la conformación de la red de monitoreo.

- * Caracterizar la red de monitoreo, analizando los emplazamientos idóneos de ubicación de los equipos de muestreo para determinar la calidad del aire en el Cantón.

Capítulo 1: Fundamentos técnicos y legales para la caracterización de una red de monitoreo para el control de la calidad del aire.

1.1 Motores de combustión interna y su relación con la contaminación del aire

1.1.1 Fuentes antropogénicas

Casi la totalidad de fuentes antropogénicas con un diámetro menor a 2,5 μm implican algún tipo de combustión. Los elementos de origen biológico como el petróleo se incineran en el aire debido a su volumen de carbono. Si un material conformado solamente por hidrocarburos se inflamase con completa eficacia crearía solamente H_2O y CO_2 . Para llevar a cabo una combustión ideal es necesario un porcentaje estequiométrico perfecto de oxígeno y combustible, lo cual en la práctica es imposible. A partir de esta inflamación no ideal se originan contaminantes durante y después del proceso de combustión. Las emisiones generalmente en forma de humo provienen de fracciones de combustible no incinerado (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 10).

1.1.1.1 Fuentes móviles

El tráfico y transporte comprenden las mayores cargas contaminantes emitidas hacia la atmósfera desencadenando efectos a nivel local, regional y global. La mayor parte de los vehículos motorizados basan su funcionamiento en la inflamación controlada de combustibles fósiles (gasolina y diésel) produciendo emisiones pertenecientes a un mismo grupo de contaminantes en cantidades y proporciones diferentes de acuerdo al combustible y las condiciones de combustión (Ministerio del Ambiente, 2014, pág. 33).

1.2 Fundamentos de los motores

Quemar por completo un kilogramo de gasolina requiere aproximadamente 15 kg de aire. No obstante, en vías de extraer la máxima potencia, la proporción entre combustible y aire necesita

ser inferior. En gran parte el empuje del automóvil se logra con una estequiometría inferior a 15:1 debido a lo cual la combustión es incompleta, como resultado el escape exhala cantidades significativas de sustancias distintas al dióxido de carbono o agua. Se tratan de sub productos de la gasolina e hidrocarburos no combustionados procedentes de la reacción entre los diferentes elementos químicos presentes (Mastern, 2004, pág. 473).

Previo a explorar posibles soluciones para el control de la contaminación producida por el motor de combustión interna es útil colocar en comparativa sus posibles variantes: Gasolina y Diésel (Mastern, 2004, pág. 507).

1.2.1 Motores a gasolina

El automóvil común equipado con motor de gasolina, exento de controles de contaminación de aire, sustenta su funcionamiento con una mezcla de aire y combustible hacia el interior de un cilindro, para ser comprimida de manera inmediata y encendida mediante una chispa provocada por la bujía. La energía liberada en la explosión de la mezcla empuja los pistones. Su impulso es emitido hacia el cigüeñal que propulsa el motor. La mezcla de gases incinerados es evacuada del motor y posteriormente del vehículo a través del escape. (Mastern, 2004, pág. 507)

La temperatura al término del ciclo de compresión resulta ubicarse entre los 400 y 500 grados centígrados, valor inferior al de los límites de auto-encendido de la mezcla (por este motivo es necesario encenderla mediante una chispa). La combustión posterior y el rendimiento de potencia son proporcionales a la velocidad de inflamación que se logren obtener de la mano de la duración de la combustión. (Bosch, 1996)

1.2.2 Motores diésel

El motor diésel se diferencia al de cuatro tiempos a gasolina por dos características, la primera es que la alimentación de aire no se limita y circula directamente hacia el motor, operando así con

una relación aire-combustible superior a la de un motor que opera con gasolina. Como segundo punto, no posee sistema de ignición por chispa, el aire aumenta su temperatura mediante la compresión hasta obtener una temperatura promedio de 540 grados centígrados. Condiciones ideales para encender el carburante al momento de ser inyectado en el cilindro. Por consiguiente, un motor diésel, correctamente diseñado, ajustado y mantenido producirá una cantidad inferior de monóxido de carbono e hidrocarburos en comparación a uno de cuatro tiempos básicamente por su relación superior aire-combustible. Por otra parte las emisiones de NO_x son perceptiblemente mayores debido a sus altas temperaturas de funcionamiento. (Mastern, 2004, pág. 507)

1.3 El aire

También entendido como "*Aire Ambiente*", se refiere a cualquier fragmento no confinado de la atmósfera, y se detalla como la mezcla gaseosa con una composición normal de por lo menos 20% por ciento de oxígeno, 79% de nitrógeno además de proporciones cambiantes de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica. (Ministerio-del-Ambiente, 2010, pág. V)

Entre los recursos naturales terrestres, el aire es el más compartido, enlazando fuentes de contaminación debido a su flujo libre a través de la atmósfera. (Zimmerman, 2011, pág. 519).

1.3.1 Contaminantes atmosféricos primarios y su relación con la combustión

En el documento "Clean Air Act" de 1972 de la "Environmental Protection Agency" se han enumerado cinco clases de contaminantes principales del aire: materia en partículas, dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (E. Roberts Alley, 2001).

Los automotores propulsados por motores de combustión interna que circulan por carretera tales como: automóviles, buses y camiones contribuyen en gran proporción a las emisiones GOT (gases orgánicos totales). En virtud al gran nivel de contribución de contaminantes y a las observaciones

especiales requeridas en la estimación de las emisiones mencionadas los automotores se evalúan de manera independiente respecto a otras fuentes de área. (Radian International, 1997, págs. 5-12)

1.3.1.1 Material particulado

La principal fuente del material de finas partículas es la combustión. Los vehículos, plantas de energía, práctica agrícola e industria abastecen abundantes emisiones contaminantes alrededor del mundo (Zimmerman, 2011, pág. 535).

La partícula contaminante comprende un amplio margen de tamaños, desde 6×10^{-4} hasta 100 μm de diámetro. Según el nombrado diámetro y los efectos adversos sobre la salud humana, el Material Particulado puede clasificarse según la Tabla 1 presentada a continuación (Bureau Veritas Formación., 2008, pág. 160).

Tabla 1. Clasificación del Material Particulado

Tipo de MP	Características
PM ₁₀ Material Particulado Respirable	Partículas de diámetro aerodinámico entre 10 y 2,5 μm . Pueden penetrar en el aparato respiratorio. A menor diámetro, aumenta su peligrosidad.
PM _{2,5} Material Particulado Inhalable	Diámetro menor a 2,5 μm . Penetran directamente hasta los alveolos. Posteriormente ingresan al torrente sanguíneo.

Fuente: Recuperado de (Bureau Veritas Formación., 2008, pág. 160)

1.3.1.2 Ozono

En comparación a otros indicadores de contaminación, el ozono no proviene de una fuente directa. En su defecto es creado por una secuencia de complejas reacciones químicas a partir de luz solar, que actúa sobre los hidrocarburos reactivos más los óxidos nitrosos, produciendo así el ozono. (Zimmerman, 2011, pág. 534)

Existe un porcentaje significativo de compuestos orgánicos volátiles provenientes de otros dispositivos importantes presentes en los vehículos a gasolina conocidos como emisiones

evaporativas. Además de las emisiones COV (contaminantes del aire que al combinarse con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono) por combustión (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 115).

1.3.1.3 Dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno se produce cuando el aire es usado en el proceso de combustión de carburantes. Las altas temperaturas en conjunto con elevadas presiones convierten el oxígeno y nitrógeno en NO, que a su vez es rápidamente transformado en NO₂. Su presencia combinada se conoce como NO_x (Zimmerman, 2011, pág. 531).

Una segunda articulación para la creación de NO_x corresponde a la oxidación del nitrógeno contenido en los combustibles, aunque su cantidad es notablemente inferior en comparación al primer mecanismo (Ministerio del Ambiente, 2014, pág. 33).

1.3.1.4 Dióxido de azufre

El Azufre se encuentra presente en gran cantidad de materias primas tales como el petróleo, carbón, cobre, hierro y aluminio. Al momento de extraer los materiales mencionados, o quemar los combustibles citados, el azufre presente en su estructura puede oxidarse originando distintos gases de óxido de azufre. (Zimmerman, 2011, pág. 537)

1.3.1.5 Monóxido de carbono

Nace de la combustión incompleta de los comburentes, generalmente por la insuficiencia de aire para la cantidad de combustible suministrada. La causa de la inadecuada proporción de la mezcla se debe generalmente a equipos mal operados, con poco mantenimiento, bajas temperaturas de funcionamiento o limitaciones en el flujo de aire. (Zimmerman, 2011, pág. 533).

El transporte se encuentra como su fuente principal en temas de emisiones antropogénicas. (Orozco & Barranetxea, 2003, pág. 340).

1.3.2 Efectos de la contaminación

Los contaminantes emitidos hacia la atmósfera producen graves consecuencias sobre la salud humana, el medio ambiente, la flora, los materiales, etc. Convirtiendo lo que al inicio representaba una simple molestia, en una amenaza para la vida en la tierra actualmente (Bureau Veritas Formación., 2008, pág. 168).

1.3.2.1 Impactos en la salud humana

Los impactos más relevantes sobre la salud humana en base a la contaminación del aire comprenden el aumento de tasas de mortalidad, aumento de costos en los cuidados de salud, disminución de la calidad de vida, reducción de la productividad aproximadamente 5,4 mil millones de dólares por año (Estados Unidos según EPA-1999). Investigaciones recientes sugieren que ciertas partículas de contaminantes pueden atravesar los alveolos pulmonares incorporándose al torrente sanguíneo y afectar varios órganos posteriormente (Zimmerman, 2011, pág. 519).

1.3.2.2 Impactos medio ambientales

El impacto de la contaminación puede ser de escala global o local. Aunque no se conoce el total de contaminantes, y el alcance de sus consecuencias, se comprende su forma de actuar en la atmósfera. El desarrollo sostenible asegura las condiciones de vida adecuadas para la supervivencia de futuras generaciones. Las emisiones pueden presentarse en forma de vapores, gases, aerosoles, partículas sólidas y distintas formas de energía, los mencionados contaminantes permanecen suspendidos en la atmósfera lo que conlleva a una degradación del medio ambiente en conjunto pudiendo presentarse fenómenos tales como: contaminación fotoquímica, efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono y lluvia ácida (Bureau Veritas Formación., 2008, pág. 168).

1.3.3 Guías y normas para contaminantes primarios a satisfacer

A continuación se procede a analizar los niveles máximos permisibles expuestos en las guías y normas emitidas por los organismos y agencias internacionales además de la norma actual vigente en el país.

1.3.3.1 Guías para calidad de aire ambiente OMS "Organización Mundial de la Salud"

El documento "Guías para la Calidad del Aire, es el resultado de la reunión de un grupo de trabajo formado por expertos de la OMS citados en Ginebra Suiza en Diciembre de 1997 y basada en el documento titulado Guías de Calidad del Aire para Europa. De ser efectivas las políticas medioambientales de un determinado país basadas en las GCA se obtendrá como resultado una reducción en la carga de mortalidad excesiva y las discapacidades prevenibles de los pobladores, convirtiendo así la salud en un derecho humano fundamental. (OMS, World Health Organization, 1997, págs. 3,i)

En la Tabla 2 se exponen las GCA actualizadas de la OMS para: material Particulado PM₁₀ PM_{2.5}, ozono troposférico, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono:

Tabla 2. Límites de niveles de contaminantes establecidos por OMS

Contaminante	Límite de norma OMS vigente
Material particulado PM ₁₀	Promedio anual: 20 µg/m ³
	Promedio en 24 horas: 50 µg/m ³
Material particulado PM _{2,5}	Promedio anual: 10 µg/m ³
	Promedio en 24 horas: 25 µg/m ³
Ozono	Promedio en 8 horas: 100 µg/m ³
Dióxido de nitrógeno	Promedio anual: 40 µg/m ³
	Promedio en 1 hora: 200 µg/m ³
Dióxido de azufre	Promedio anual: 20 µg/m ³
	Promedio en 10 minutos: 500 µg/m ³
Monóxido de carbono	Promedio en 24 horas: 115 µg/m ³
	Promedio en 8 horas: 60 µg/m ³

Fuente: (OMS, World Health Organization, 2005, pág. 10)

1.3.3.2 NECAA Libro IV Anexo 4 "Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente"

En el plan nacional de calidad del aire versa: *"El marco normativo aplicable a la gestión del aire se caracteriza por su fundamento constitucional y de derecho internacional"* (Ministerio-del-Ambiente, Plan Nacional de la Calidad de Aire, 2010, pág. 7).

La NECAA expresa su interés por *"Preservar la salud de las personas y la calidad del aire ambiente. Para cumplir este objetivo, esta norma establece límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo"*. (2011:3). La Tabla 3 exhibe los límites establecidos en la norma citada.

Tabla 3. Límites de niveles de contaminantes establecidos en la NECAA

Contaminante	Límite de NECAA vigente
Material particulado PM10	Promedio anual: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 24 horas: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Material particulado PM2,5	Promedio anual: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 24 horas: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozono	Promedio en 8 horas: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de nitrógeno	Promedio anual: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 1 hora: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre	Promedio anual: 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 24 horas: 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 10 minutos: 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monóxido de carbono	Promedio en 24 horas: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio en 8 horas: 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas sedimentables	Promedio en 1 hora: 30.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: (Ministerio-del-Ambiente, Acuerdo No. 50, 2011, pág. 7)

1.4 Control de la calidad del aire

Como señala Robert Alley *"El control de calidad del aire se dirige al impacto de los efectos perjudiciales de los contaminantes arrastrados por el aire sobre la salud de los organismos vivos."* (2001: 3.1).

1.4.1 Monitoreo de la calidad del aire

El propósito final del monitoreo no es sencillamente recopilar datos, tiene la función de proporcionar información necesaria para que el equipo científico, los generadores de políticas (gobiernos) y planificadores decidan sobre el mejoramiento y gestión del ambiente. Representa un papel fundamental en esta transición debido a que establece la base científica necesaria y segura en el desarrollo de estrategias y políticas, establecimiento de objetivos y valoración del cumplimiento de metas y medidas coercitivas (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 94).

1.5 Diseño de una red de monitoreo de calidad del aire

La finalidad del diseño es asegurar la máxima cantidad de información, con el esfuerzo mínimo. En determinados países, las redes tienen la capacidad de poder operar mediante distintas organizaciones incluyendo los ministerios. En el supuesto caso de existir dicha concesión es primordial armonizar los programas e intercambiar conocimientos, lo cual evitaría esfuerzos no necesarios, y mejoraría la eficacia en función a los valores monetarios. (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 98)

1.5.1 Disponibilidad de recursos

Es muy probable que un programa de monitoreo del aire requiera un amplio compromiso de recursos y rangos de costos relativamente altos. Por ello previo a la asignación de capital o compromiso de recursos resulta vital planificar el estudio, seleccionar el equipo idóneo y los sitios de monitoreo necesarios para la red (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 98). Los principales costos del monitoreo se exhiben en la Tabla 4.

Tabla 4. Rubros generados por un sistema de monitoreo de calidad del aire**Servicios e Insumos**

Compra de analizadores, muestreadores e infraestructura del sitio y del laboratorio
Servicios relacionados con los equipos, instalación, mantenimiento y reparación
Costos de personal y subcontratistas: operación y manejo
Auditorías del aseguramiento y del control de calidad, inter-calibraciones, capacitación y manejo de datos
Costos de operación: Alquiler del lugar, electricidad, bienes de consumo, repuestos, gases de calibración, teléfono, análisis de laboratorio, transporte, etcétera

Fuente: Recuperado de (OMS, Guías para la Calidad del Aire, 1997, pág. 100)

La sustentabilidad financiera necesita de un presupuesto continuo en pos de la operatividad del equipamiento, por lo general asciende a un 10% de los gastos del capital inicial por año de funcionamiento. (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 100)

1.5.2 Cantidad y ubicación de puntos de muestreo

En el caso de tratarse de un área urbana los contaminantes sometidos a análisis se dividen básicamente en dos grupos basados en su procedencia: contaminantes del sector del transporte y contaminantes del sector industrial. Se debe establecer como criterio fundamental la densidad poblacional debido a que la localización de las estaciones se fundamenta en la protección de la población. (Ministerio-del-Ambiente, 2010, pág. 24)

Se podría detallar dos distintos enfoques sobre el diseño de redes idóneas para el ámbito nacional o local (PNUMA/OMS, 1994, pág. 14).

1.5.2.1 Estrategia de cobertura espacial para monitoreo basado en cuadrículas

Maximizar la cobertura y representatividad espacial es el requisito principal de cualquier red. Este objetivo requiere la utilización de una estrategia de monitoreo basada en cuadrículas (Ver Figura 1). La presente estrategia es capaz de optimizarse en pos de obtener información a detalle sobre la variabilidad espacial y de patrones de exposición para contaminantes primarios. Sin embargo este enfoque requiere un nivel elevado de recursos por lo cual no es viable. En vías de disminuir el

costo requerido para la implementación existe la posibilidad de combinar el enfoque de cuadrícula con otros enfoques. (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 100)

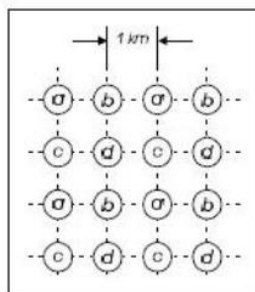


Figura 1. Establecimiento de Puntos de muestreo según TA Luft

Fuente: (Martínez & Romieu, 1997)

1.5.1.2 Estrategia de cobertura espacial para monitoreo basado en puntos representativos

Se trata de un enfoque más flexible. Apropiado para una escala urbana, implica la implementación de puntos de muestreo o estaciones de monitoreo representativos, minuciosamente escogidos basados en la necesidad del estudio y de los patrones de emisión y dispersión de contaminantes en estudio conocidos (Ver Tabla 5). Esta corriente requiere una cantidad destacablemente menor de sitios de muestreo en comparación a la estrategia por cuadrículas. Por lo tanto su implementación resulta menos costosa. (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 101)

Tabla 5. Posibles Ubicaciones de Monitoreo Relevantes para la Evaluación de la Exposición

Clasificación del sitio	Descripción
Ciudad o centro urbano	Ubicación urbana representativa de la exposición general de la población en pueblos o centros urbanos, como zonas peatonales o comerciales.
Áreas urbanas de fondo	Ubicación urbana alejada de las fuentes de contaminación y, por lo tanto ampliamente representativa de las condiciones de fondo de toda la ciudad.
Áreas suburbanas o residenciales	Ubicación situada en un área residencial en las afueras de un pueblo o ciudad.
Lugares cercanos a las vías (kerbside)	Un muestreo del sitio aproximadamente de 1 a 5 metros de una vía transitada.
Industrial	Un área donde las fuentes industriales tienen una contribución importante en las concentraciones de largo plazo o las concentraciones pico.

Fuente: Adaptado de (OMS, Guías para la Calidad del Aire, 1997, pág. 102)

1.5.3 Consideraciones finales para la selección puntos de muestreo

De manera adicional es preciso considerar los siguientes aspectos generales para determinar la ubicación final de los sitios de monitoreo (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 102).

1.5.3.1 Propósitos generales del monitoreo

Delimitan las zonas de estudio, los contaminantes prioritarios y el número de sitios necesarios.

El propósito generalizado es el de fundamentar lineamientos que orienten los esfuerzos de los organismos estatales (Municipalidad de Azogues y Gobierno Nacional) en la prevención y control de la contaminación atmosférica local generada principalmente por el parque automotor que transita en su urbanidad (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 102).

Por consiguiente el propósito específico primordial es el de mejorar la cantidad, calidad y cobertura de la información existente acerca de contaminantes atmosféricos principalmente provenientes de fuentes móviles (Fundación Natura, 2009, pág. 3)

1.5.3.2 Fuentes y emisiones

El historial de datos de emisión podría colaborar de manera considerable en la selección de sitios.

La información asistirá en la detección de áreas con altos niveles de contaminación además de distintos tipos de ubicaciones en las cuales la exposición resulta significativa frente a la población.

En el caso de no poseer un inventario completo de emisiones, los valores substitutivos tales como la densidad demográfica y la circulación del tráfico podrían ser valiosos en el momento de establecer los posibles lugares críticos de contaminación (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 102).

1.5.3.3 Meteorología y topografía

De manera considerable las condiciones climáticas predominantes y la topografía de la zona influyen en la dispersión de contaminantes del aire afectando la producción de contaminantes secundarios de la atmósfera (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 103).

1.5.3.4 Datos existentes de calidad del aire

Es posible que en el área de interés se haya realizado un monitoreo con anterioridad. Los datos arrojados sobre la calidad del aire podrían ser útiles al momento de localizar los problemas de la zona (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 103).

1.5.3.5 Otros datos

Datos como la demografía, uso de suelo y ubicación de equipamientos de salud podrían resultar invaluable al momento de determinar sitios representativos en el establecimiento de la línea base así como de exposición en “el peor de los casos”. La utilización de sistemas de información geográfica (GIS) faculta la utilización de mediciones ambientales y datos conjuntos que coordinados geográficamente permitirán evaluar el nivel de exposición, desarrollar estudios epidemiológicos y actividades referentes al manejo de la calidad del aire (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 103).

1.5.4 Consideraciones relativas a la ubicación de puntos de muestreo a micro escala

Las consideraciones a pequeña escala expuestas a continuación son valiosas al momento de garantizar mediciones representativas y significativas. Para valorizar los niveles de concentración de contaminantes en la línea base, los sitios de muestreo deben encontrarse correctamente separados de las fuentes contaminantes locales tales como rutas terrestres, calderos y sumideros. También resulta valiosa la aerodinámica del sondeo y la protección de la instalación. Es necesario

que el aire fluya libremente alrededor del ingreso del dispositivo de toma de muestras para así garantizar un muestreo representativo (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 103).

1.5.4.1 Seguridad y salud pública

La seguridad del planeta, las naciones, las sociedades y los individuos será la meta permanente de un desarrollo sostenible, la utilización de los recursos naturales y el manejo de ecosistemas se llevará a cabo dentro de los límites establecidos, empleando procedimientos que no provoquen efectos irreversibles en sistemas naturales ligados a la reproducción y desarrollo de la vida humana. (Fundación Natura, 2009, pág. 39).

1.5.4.2 Aspecto y estética del lugar (posible carácter intrusivo de la red)

En repetidas ocasiones la implementación de una instalación de vigilancia localizada dentro de un parque o en la azotea de un edificio podría resultar visualmente ofensiva o no armónica con el entorno considerando el punto de vista arquitectónico, los mencionados factores son valiosos para los vecinos o dueños de los terrenos, por lo cual deben ser puestas en consideración en la ejecución de acciones que no generen impactos visuales no deseados (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 63).

1.5.4.3 Seguridad y vandalismo

Al momento de seleccionar los sitios de vigilancia, las condiciones de seguridad particulares de un sitio necesitan ser valoradas de manera precisa. Si en el punto de posible análisis no se puede brindar el acondicionamiento de medidas convencionales de seguridad (cercas, iluminación, etc.) es mejor optar por una ubicación distinta dentro de las inmediaciones, la cual permita satisfacer los objetivos de vigilancia sin la implicar la seguridad de los equipos u operadores. De manera complementaria se debe tener presente la seguridad del público en general (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 62).

El vandalismo no parece representar gran inconveniente dentro de una ciudad en la cual el 60,3% de delitos se registran por escándalo público, el 29,81% por violencia intrafamiliar y el 9,76% por libar en vías públicas (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 147).

1.5.4.4 Acceso a las instalaciones y mantenimiento

El sitio seleccionado para monitoreo debe poseer facilidades de ingreso permanente a operadores, lo mencionado tiene la finalidad de que las actividades de reemplazo de consumibles y mantenimiento de equipos se lleven a cabo sin inconvenientes (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 63).

La relevancia de los procesos de mantenimiento para analizadores de calidad de aire nunca será enfatizada lo suficiente. La operación satisfactoria y prolongada de los sistemas de monitoreo se logrará solamente a través del correcto tratamiento de los instrumentos. Para dicho fin los cronogramas de reemplazo de partes deteriorables, los controles de diagnóstico y la puesta a punto del aparato deberán apearse a las recomendaciones del fabricante. Una calibración acertada de los equipos automáticos de monitoreo es vital en la obtención de datos de calidad de aire fiables y reproducibles (PNUMA/OMS, 1994, pág. 19).

1.5.4.5 Espacio aerodinámico, protección

Los puntos de vigilancia deben considerar una distancia de separación suficiente con respecto a fuentes locales de contaminación como: calderas o sumideros, vías sin pavimentar o parqueaderos. El propósito es que tanto los toma muestras como los caminos de medición se ubiquen de manera tal que no altere las concentraciones de los contaminantes en la muestra (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 63).

1.5.4.6 Distancia a fuentes menores

En situaciones en las cuales una estación de monitoreo se destine para diagnosticar la calidad del aire sobre un área mayor tal como centro urbano, la entidad ambiental encargada de llevar a cabo el monitoreo deberá evitar fijar el dispositivo colector de muestras cerca de fuentes emisoras locales menores. Es muy probable que la influencia de fuentes menores locales altere e interfiera en el proceso de adquisición de datos de calidad del aire en un determinado sitio (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 63).

Con la finalidad de minimizar las potenciales interferencias el dispositivo de toma-muestras debe estar separado de hornos, incineradores y distintas fuentes emisoras de SO₂ o NO (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 64).

1.5.4.7 Distancia a Vías

De acuerdo a lo que versa el “Manual Protocolo para el Seguimiento de la Calidad del Aire” emitido por el (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, pág. 65) los dispositivos colectores de muestra deberán ser localizados a determinadas distancias de las vías vehiculares, de acuerdo al contaminante y según la escala de Vigilancia.

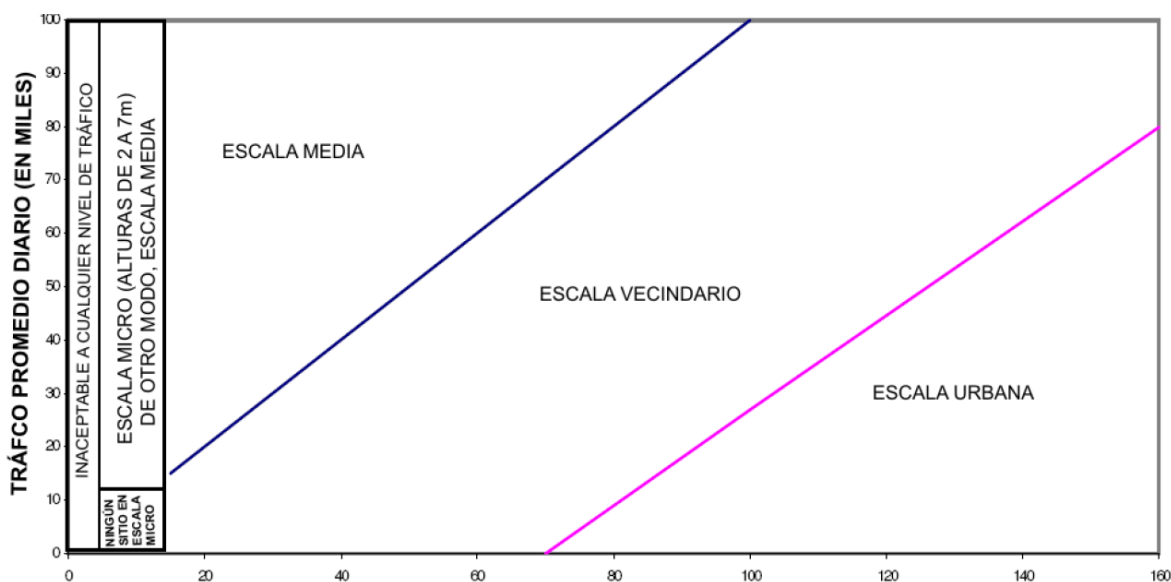
La Tabla 6 proporcionada a continuación da a conocer las distancias mínimas requeridas entre las vías y un dispositivo colector de muestras de contaminantes O₃, NO₂, CO y precursores de ozono. Tomando como referencia la vía, si el dispositivo se encontrase localizado a una distancia menor a la dictada por los requisitos citados en la tabla deberá clasificarse como escala media en lugar de vecinal-urbana (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 64).

Tabla 6. Distancia mínima de separación entre toma muestras y vías vehiculares

Valor promedio del tráfico diario (Vehículos/Día)	Distancia de separación mínima en metros entre vías vehiculares y toma muestras a varias escalas			
	O ₃ Vecindario-Urbana	NO ₂ Vecindario-Urbana	CO Vecindario	Precursores de Ozono
<10.000	10	10	10	>10
15.000	20	20	25	20
20.000	30	30	45	30

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 67)

Con la finalidad de asegurar consistencia en la ubicación de dispositivos receptores de muestras de material particulado se requiere de una distancia determinada para el emplazamiento del equipo con respecto a la vía (ver Figura 2). Debido a que las emisiones asociadas con el uso de vehículos automotores contribuyen al incremento de niveles de material particulado en un área urbana (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 65).

**Figura 2.** Distancia de los analizadores de PM₁₀ y PM_{2,5} al carril de la vía más próxima

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 68)

Cualquier sitio ubicado entre los 2 y 15 metros de altura, pero ubicado a una distancia mayor a la especificada en los requisitos de escala media será generalmente interpretada como escala vecindario, urbana o regional (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 65).

En ciertos casos el propósito de los SVCA (Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire) es localizar los Hot-Spot (puntos críticos) en áreas en las cuales se generen las concentraciones más altas ya sea por fuentes estacionarias o móviles. De presentarse un área principalmente afectada por fuentes móviles y que su región de concentración máxima pueda ser definida como un cañón urbano de calles o un corredor de tráfico, los equipos de monitoreo deberán localizarse en las cercanías de las vías que posea volúmenes de tráfico elevados considerando distancias de separación que en lo posible generen las concentraciones más altas (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 65).

En la Figura 3 expuesta a continuación podemos identificar las recomendaciones para la ubicación de estaciones de vigilancia. Donde h es la diferencia de altura entre el obstáculo más cercano y el dispositivo toma-muestras, TDP se refiere al tráfico promedio diario registrado en la vía de interés y finalmente αTDP expresa la distancia proporcional al TDP de dicha vía (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 65).

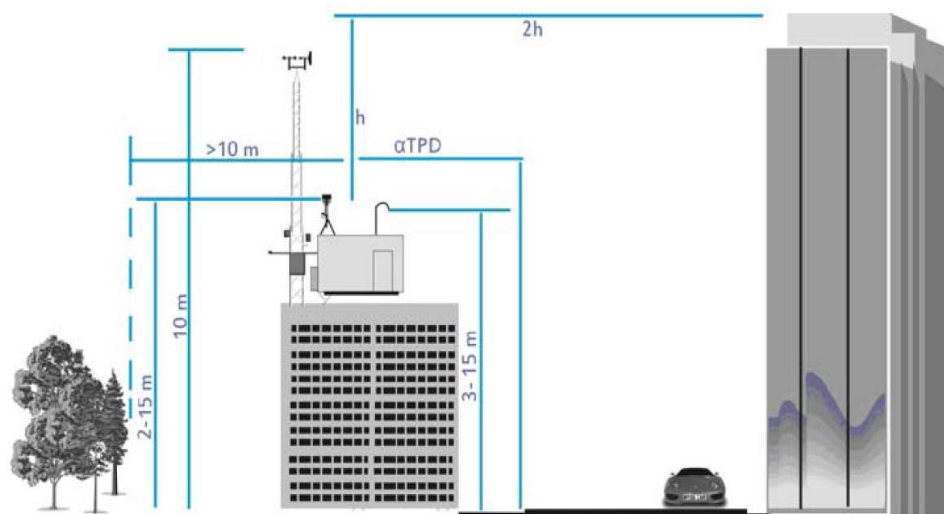


Figura 3. Ilustración de las recomendaciones para la ubicación de estaciones de vigilancia

Fuente: (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2010, pág. 65)

1.5.4.8 Volúmenes de tránsito absolutos

Se define como la totalidad del número de vehículos que transitan durante un lapso de tiempo establecido. En dependencia de la duración del lapso predeterminado de tiempo se obtendrá los siguientes volúmenes de tránsito absolutos: (Rafalel Cal, 2007, pág. 153).

Tránsito Anual (TA)

Totalidad del número de vehículos que transitan durante un año. T=1 año.

$$TA = \sum_{h=1}^{58760} TH_h = \sum_{d=1}^{365} TD_d = \sum_{s=1}^{52} TS_s = \sum_{m=1}^{12} TM_m \quad \text{(Ecuación1.1)}$$

(Rafalel Cal, 2007, pág. 155)

Tránsito mensual (TM)

Totalidad del número de vehículos que transitan durante un mes. T=1 mes.

$$TM_m = \sum_{i=1}^d TD_i = \sum_{j=1}^s TS_j \quad \text{(Ecuación1.2)}$$

(Rafalel Cal, 2007, pág. 157)

Tránsito semanal (TS)

Totalidad del número de vehículos que transitan durante una semana. T=1 semana.

$$TS_s = \sum_{i=1}^d TD_i \quad \text{(Ecuación1.3)}$$

(Rafalel Cal, 2007, pág. 157)

Tránsito diario (TD)

Totalidad del número de vehículos que transitan durante un día. T=1 día.

Tránsito horario (TH)

Totalidad del número de vehículos que transitan durante una hora. T=1 hora.

En los casos previos, los períodos de tiempo especificados no necesariamente serán de orden cronológico. Es decir que podrían ser 365 días continuos, 30 días continuos, 7 días continuos, 24 horas continuas, 60 minutos continuos y períodos temporales en minutos continuos inferiores a una hora (Rafalel Cal, 2007, pág. 154).

Factor de equivalencia para buses y camiones (E_T)

El HCM 2000 provee equivalencias para sectores de vía extendidos necesarios para el tabulado del conteo vehicular. En el citado manual se establece como $E_T=1.5$ el factor de equivalencia para camiones y buses en las áreas denominadas “*Level*” o “A nivel” las cuales poseen generalmente una pendiente inferior al 2% y no producen una disminución significativa en la velocidad de los automotores en cuestión (National Research Council, 2000, págs. 23-9).

1.5.4.8 Volúmenes de tránsito promedio diarios

El volumen de tránsito promedio diario (TPD) se define como el número total de vehículos que transitan durante un período pre-establecido (en días completos), igual o menores a un año y mayores que un día, todo dividido para el número de días del período pre-establecido. En concordancia al número de días del período se han formulado los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, los cuales se hayan definidos en “*vehículo por día*” (Rafalel Cal, 2007, pág. 154):

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \text{(Ecuación 1.4)}$$

Fuente: (Rafalel Cal, 2007, pág. 154)

Tránsito promedio diario (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{12} \quad \text{(Ecuación 1.5)}$$

Fuente: (Rafalel Cal, 2007, pág. 154)

Tránsito promedio diario (TPD)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad \text{(Ecuación 1.6)}$$

Fuente: (Rafael Cal, 2007, pág. 154)

1.5.5 Instrumentos utilizados en base a contaminantes de interés

Posterior a la identificación de contaminantes prioritarios, se debe prestar especial atención a la elección de tecnologías de medición compatibles con los métodos especificados o equivalentes expuestos en las guías de calidad de aire nacionales (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 104).

Se debe optar por la metodología más simple, que satisfaga los objetivos propuestos del monitoreo. La selección de un instrumento no idóneo, excesivamente complejo o propenso a fallas podría influir de manera grave en el funcionamiento general de la red afectando el valor de los datos recopilados. De resultar de mayor interés las tendencias a largo plazo se aconseja la implementación de muestreadores pasivos o activos. (PNUMA/OMS, 1994, pág. 16)

1.5.5.1 Analizadores automáticos

Son capaces de brindar mediciones de alta resolución en formatos horarios o menores, implantados en un solo punto podrían medir varios contaminantes criterio como SO₂, CO, MPS y COV's (ver Tabla 7). La muestra de aire es valorada en tiempo real comúnmente por métodos electro-ópticos como la absorción UV o IR, la quimioluminiscencia y la fluorescencia son principios habituales de detección. El aseguramiento de la calidad de datos en este tipo de metodología depende del mantenimiento, la operación y control (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 107).

Tabla 7. Técnicas automáticas de monitoreo del aire

Método	Ventajas	Desventajas	Costos de capital
Analizadores automáticos	Han sido debidamente probados	Sofisticados	De US\$ 10.000 a US\$ 15.000 por analizador
	Alto rendimiento	Costosos	
	Datos horarios	Demandan alta calificación	
	Información en línea	Altos costos recurrentes	

Fuente: Adaptado de (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 106)

1.5.5.2 Muestreadores activos

Este método colecta las muestras de contaminantes a mediante procesos químicos o físicos para un subsiguiente análisis en un laboratorio (ver Tabla 8). Usualmente utiliza un volumen conocido de aire que será bombeado a través de un colector en forma de filtro o solución química durante un lapso de tiempo definido para luego ser removido y analizado. En el mundo existe una cantidad importante de mediciones basada en muestreadores activos, lo cual brinda una valiosa línea base en el análisis de tendencias y comparaciones. Los factores esenciales que influyen en la calidad final de los datos se resumen en el condicionamiento de las muestras, los sistemas de ponderación y los procedimientos de laboratorio (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 107).

Tabla 8. Técnicas activas de monitoreo del aire

Método	Ventajas	Desventajas	Costos de capital
Muestreadores activos	Económicos	Suministran promedios diarios	De US\$ 1000 a US\$ 3000 por unidad
	De fácil manejo	Requieren mano de obra intensiva para recolección y análisis de muestras	
	Operación y rendimientos confiables	Requieren análisis de laboratorio	
	Cuentan con base de datos históricos		

Fuente: Adaptado de (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 106)

1.5.5.3 Muestreadores pasivos

Brindan una metodología simple y eficaz en relación a sus costos al momento de realizar un sondeo de la calidad del aire en una zona delimitada (ver .

Tabla 9). Este método adquiere una muestra integrada durante un lapso de tiempo determinado, por lo general de una semana a 30 días, a través de la difusión molecular sobre un material

absorbente propio para contaminantes específicos. El costo por análisis de unidad es relativamente bajo, lo cual es valioso al momento de identificar varios puntos posiblemente críticos en la zona de interés. Esta acción canaliza la detección de lugares críticos con un alta concentración de contaminantes propios de las vías principales o fuentes de emisión. Para obtener mayor ventaja de esta técnica, se debe desarrollar previamente un cuidadoso diseño de estudio y vigilancia permanente sobre los procesos de aseguramiento y control de calidad llevados a cabo en el laboratorio al momento del análisis de la muestra (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 105).

Tabla 9. Técnicas pasivas de monitoreo del aire

Método	Ventajas	Desventajas	Costos de capital
Muestreadores pasivos	Muy económicos Muy simples No dependen de cables de electricidad Se pueden colocar en números muy grandes Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea de base	No se han probado para algunos contaminantes Por lo general sólo suministran promedios mensuales y semanales Requieren mano de obra intensiva para su funcionamiento y el consiguiente análisis No existe un método de referencia para monitorear el cumplimiento Lento rendimiento de datos	De US\$ 10 a US\$ 70 por muestra

Fuente: Adaptado de (OMS, World Health Organization, 1997, pág. 106)

1.6 Redes de monitoreo de calidad del aire en el Ecuador.

De acuerdo al documento (El Programa Calidad del Aire Ecuador; una utopía hecha realidad (Acciones, resultados, efectos y aprendizajes 1999 - 2009)) en el cual se indica que, iniciando el primero de mayo de 1999 se desarrolló el programa de calidad del aire del Ecuador, con la finalidad de aumentar la calidad de vida de los moradores de las ciudades más concurridas del país mediante el acrecentamiento del nivel de calidad del aire en sus urbes. Conllevó una ardua tarea de sensibilización, promoción, asesoramiento, asistencia técnica, asistencia económica y gestiones políticas focalizadas en proteger a las instituciones ecuatorianas que velaban sobre la prevención

y control de emisiones de origen vehicular de manera primordial en las ciudades de Cuenca y Quito.

1.6.1 Distrito Metropolitano de Quito

La gestión de la calidad del aire entra en vigor en el año de 1999 al momento en que la DMMA (Dirección Metropolitana de Medio Ambiente) y Fundación Natura financiada por COSUDE dieron inicio a la ejecución del proyecto “calidad del aire” finalizando en marzo del 2003. Además de la adquisición de un sistema automático de monitoreo, denominado como Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito también conocida como REMMAQ. La misma, inició sus labores definitivas el mes de junio del año 2003. El mismo año fue declarada obligatoria la revisión mecánica y de emisiones de automotores como un requerimiento para la circulación vehicular. (PNUMA, 2008)

El año 2004 se vuelve trascendental debido a la fundación de la “corporación para el mejoramiento del aire” en Quito (Corpaire). Una institución de derecho privado y sin fines de lucro conformada por el Distrito Metropolitano de Quito y el Consejo Nacional de Tránsito como socios constituyentes. (PNUMA, 2008, pág. 8)

1.6.2 Municipio de Cuenca

En el año 2003 el municipio de Cuenca apoyado por Fundación Natura y auspiciado por Cosude, inicia la ejecución del proyecto “Calidad del Aire” enfocado en la prevención y control de las emisiones vehiculares de la ciudad. A partir del año 2005, la GCA (Comisión de Gestión Ambiental) ha desarrollado una serie de actividades para evaluar, prevenir, controlar y mitigar el impacto humano sobre el recurso aire. En este año se destaca el proceso para la implementación de centros RTV (revisión técnica vehicular) los mismos estarían operativos dos años después, es decir en el año 2007. (PNUMA, 2008, pág. 9)

La red de monitoreo de calidad de aire de Cuenca se encuentra operativa y generando datos acerca de niveles de contaminación desde el año 2008. Formaba parte de la denominada corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca “Cuencaire”, entidad encargada por igual de la fiscalización del proceso RTV (revisión técnica vehicular) en el cantón. Cuencaire se liquidó a finales del año 2010 y las funciones fiscalizadoras y de revisión fueron transferidas a la empresa municipal de movilidad (EMOV-EP), perteneciente a la Secretaría de Movilidad, Tránsito y Transporte del municipio de Cuenca. (EMOV-EP., 2011, pág. 9)

1.6.3 Municipio de Ambato

Inicia la gestión de calidad de aire en la ciudad de Ambato en el año 1986 a través de la dirección de higiene del municipio y como parte de la red Ecuairé instalando una estación de monitoreo en el centro de la urbe, la misma operó hasta 1998. Este mismo año la municipalidad emite el primer instrumento jurídico encauzado para la emisión de permisos ambientales obligatorios para industrias y control de los niveles de emisión permisibles para fuentes fijas, además de la ordenanza que establece los procesos y sistema de gestión ambiental con respecto al recurso aire. La dirección de higiene del municipio desarrolla el proyecto “aire vida para todos”, el cual mediante el control de fuentes móviles tiene como objetivo el mejorar la calidad del aire. Para este fin, se prevé realizar mediciones de gases de combustión y opacidad a vehículos de servicio público en talleres de servicio automotriz especializados.

Capítulo 2: Caracterización geográfica del cantón Azogues

2.1 Análisis de la población

En base al VII Censo de población y VI Censo de vivienda del año 2010 existen 225.184 habitantes en la provincia del Cañar, de los cuales 70.064 habitantes se encuentran radicados en el cantón Azogues. Esto representa el 31,3% de la totalidad de la población del Cañar, aproximadamente un tercio de la población total de la provincia se concentra en este territorio como podemos apreciar en la Tabla 10 (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 100).

Tabla 10. Población de la Provincia del Cañar por cantones

Provincia/Cantones	Población Total	% Cantón Provincia
Provincia Cañar	225.184	100%
Azogues	70.064	31,11%
Cañar	59.323	26,34%
La Troncal	54.389	24,15%
Biblián	20.817	9,24%
El Tambo	9.475	4,21%
Déleg	6.100	2,71%
Suscal	5.016	2,23%

Fuente: (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 100)

La población se analiza entorno a las características geográficas, a partir de esta afirmación se considerará población del área urbana, aquella que para efectos del censo nacional de población y vivienda fue empadronada en el núcleo urbano de cabeceras cantonales (Municipalidad de Azogues, 2010, pág. 101). El conjunto de la población rural representa el 51,69% del total cantonal frente a un 48,31% de la población urbana como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11. Distribución de la población en el cantón Azogues según la región que habita

Cantón	Urbana	%	Rural	%	Total
Azogues	33848	48,31%	36216	51,69%	70064

Autor: Recuperado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 101)

2.1.3.1 Proyección poblacional

El INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), en el año 2012 realizó una proyección poblacional mediante métodos y procesos actuales obteniendo los resultados expuestos en la Tabla 12 (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 105).

Tabla 12. Proyecciones Referenciales de Población Cantonal

AÑOS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TOTAL	73.407	74.698	76.003	77.310	78.615	79.917	81.212	82.497	83.770	85.030	86.276

Fuente: Recuperado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 105)

2.1.3.2 Densidad poblacional

En el régimen parroquial la población urbana central conforma el 89,10% frente al 10,90% de población distribuida en la periferia urbana central (Ver Tabla 13) (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 102).

Tabla 13. Distribución de la población en el cantón Azogues según la parroquia que habitan

Parroquia	Centro Urbano	%	Inmediaciones Urbanas	%	Total
Azogues-Centro	30159	89,10	3689	10,90%	33848

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 102)

De acuerdo a la proyección poblacional expuesta en la sección dos se procedió al cálculo de la ocupación del centro urbano y sus inmediaciones más próximas para el año 2020, con el objetivo de conocer el alcance a nivel poblacional actualizado. Los resultados son visibles en la Tabla 14.

Tabla 14. Distribución poblacional en la zona central e inmediaciones

Año	Población Cantonal	Habitantes zona urbana	Ocupación central	Habitantes centrales	Ocupación inmediaciones centrales	Habitantes inmediaciones centrales
2010	70064	33484	89,10%	30159	10,90%	3689
2020	86276	51083	89,10%	41679	10,90%	9404

Fuente: Autor

Como resultado el presente proyecto tendrá un impacto de manera directa en aproximadamente 41.679 personas que residen en el área central.

2.2 Análisis del área de cobertura

La ciudad de Azogues se localiza en el valle del río Burgay-mayu, a la salida de la hoya del Paute y ubicada a dos mil quinientos veinte metros sobre el nivel del mar (2520m.s.n.m), es la Capital de la provincia del Cañar, localizada en la zona centro sur de la República del Ecuador, además de figurar como cabecera cantonal de los siete cantones en jurisdicción provincial, posee un importante número de parroquias urbanas y rurales (Cárdenas Sánchez, 2005, pág. 3).

El presente estudio abarcará la zona central de la ciudad que representan un aproximado de 139 hectáreas, la extensión del estudio aborda de manera especial las parroquias consideradas como urbanas. La Figura 4 muestra la zona de influencia de contaminantes con respecto al centro urbano, definiendo radios que van desde 250 metros hasta 2 kilómetros, con la finalidad de resaltar las zonas en donde las estaciones de monitoreo podrían situarse con el propósito de obtener lecturas representativas de niveles de contaminación.

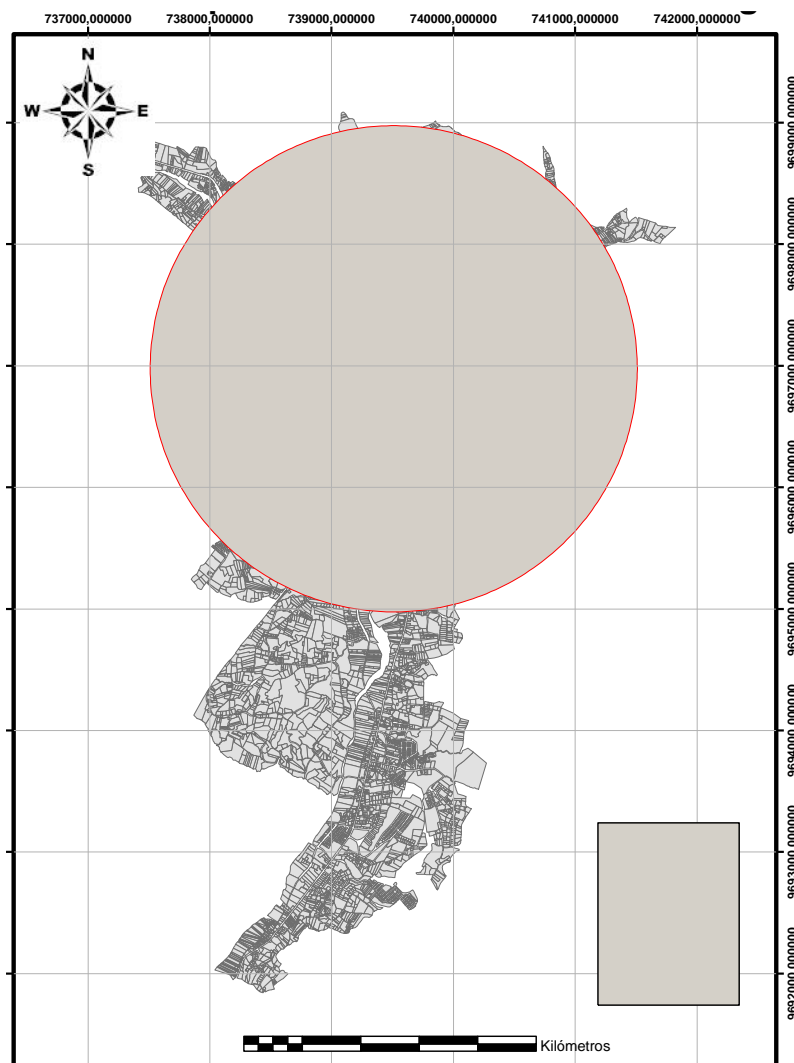


Figura 4. Distancias con respecto al centro urbano de la ciudad de Azogues

Fuente: (Fundación Natura, 2009, pág. 20)

El estudio tiene como meta primordial la zona urbana del cantón, dicho alcance geográfico se encuentra delimitado por las zonas consideradas como centrales dentro del plan del buen vivir y ordenamiento territorial que divide al cantón en zonas numeradas, según sus parroquias urbanas se considera que las zonas siete, cinco y cuatro poseen un importante nivel poblacional. El alcance puede entenderse más objetivamente al analizar la ciudad a través de la planificación organizacional barrial que provee el área en hectáreas, la cual permite calcular un área de cobertura aproximada de 375 hectáreas.

Tabla 15. Zona 7 de Planificación y Organizaciones Barriales

Zona	Parroquia Urbana	Barrios	Área en Hectáreas
7	Central	<ul style="list-style-type: none"> - Barrio Bosque Azul - Barrio Santa Bárbara - Sector Ciudadela Cantos - Barrio San Francisco - Sector Ciudadela Salinas - Sector Ciudadela Flores - Barrio Zhirincay - Sector La Policía - Barrio Simón Bolívar - Barrio Pilancón - Barrio Fray Vicente Solano - Barrio Corser - Barrio Bolívar-General Veintimilla - Barrio Cañirico-5 Esquinas 	139,50

Fuente: Recuperado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 134)

Tabla 16. Zona 4 de Planificación y Organizaciones Barriales

Zona	Parroquia Urbana	Barrios	Área en Hectáreas
4	La Playa	<ul style="list-style-type: none"> - Sector San Vicente de Bolivia - Sector Bolivia Shalao - Sector Zhizhiquín Bajo - Barrio Chiquinquirá - Barrio La dolorosa - Sector ciudadela Cantos Molina - Sector San José de Zhizhiquín - Sector Ciudadela Ferroviaria - Sector Macas La Playa 	189,13

Fuente: Recuperado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 134)

Tabla 17. Zona 5 de Planificación y Organizaciones Barriales

Zona	Parroquia Urbana	Barrios	Área en Hectáreas
5	Chacapamba	<ul style="list-style-type: none"> - Sector Chacapamba - Sector Macas Chacapamba - Sector San José 	46,71

Fuente: Recuperado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 134)

La denominada zona 7 evidencia el mayor nivel poblacional calculado en un 35% (ver Tabla 15), seguida por la zona 4 (La Playa) con 17% (ver Tabla 16) y finalmente la zona 5 (Chacapamba) con 15% (ver Tabla 17) (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 102).

2.2.1 Implementación de estrategia de cobertura espacial basada en cuadrículas

Para el mencionado fin, se procede a la implementación del método “TA Luft”. El procedimiento alemán divide la zona de estudio en cuadrículas cuyos lados midan un kilómetro de longitud, colocando de esta manera los posibles puntos de muestreo en las intersecciones de las retículas cuadradas. La Figura 5 desarrollada en GIS, en colaboración con la empresa de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Azogues (EMAPAL EP) expresa el método y la localización de los puntos de mejor manera, de la misma forma provee la base geográfica para la integración de la estrategia basada en puntos representativos que analizaremos en el literal 2.1.6.



Figura 5. Estrategia basada en cuadrículas aplicada en la ciudad de Azogues

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

2.2.1.1 Identificación y codificación de puntos generados

Toda estrategia de cobertura está guiada a maximizar la cobertura espacial de monitoreo. Si resaltamos la cantidad de puntos a implementar, dicha finalidad precisaría de un alto costo en cuanto a la implementación de equipos analizadores. En consecuencia, el enfoque guiado a maximizar la cobertura se combinará con una estrategia más flexible apropiada para una escala urbana (OMS, 1997, pág. 101).

Tabla 18. Puntos de análisis generados a través del mallado

Código	Parroquia	Vía principal cercana	Vía secundaria cercana	Coordenada Geográfica X Longitud	Coordenada Geográfica Y Latitud
1-A	Chacapamba	Vía de Segundo Orden (S/N)	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°51'20.64"O	2°43'12.33"S
2-A	Chacapamba	Av. E45 (Panamericana)	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°51'21.02"O	2°43'43.91"S
3-A	Ciudadela Ferroviaria	Calle Julio Tobías Torres	Calle César Molina Espinoza	78°51'20.53"O	2°44'17.13"S
4-A	Bolivia	Calle Bolivia de Zhalao	No Existe	78°51'20.48"O	2°44'49.52"S
5-A	Autopista Azogues-Cuenca	Autopista E35 Troncal de la Sierra	Calle General Ignacio Torres	78°51'20.08"O	2°45'22.45"S
1-B	Güindilig	Calle Trajano Carrasco	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°50'48.30"O	2°43'11.96"S
2-B	Uchupucún	Calle 1ro de Mayo	Calle 6 de Marzo	78°50'48.25"O	2°43'44.54"S
3-B	Centro	Calle Bolívar	Calle Fray Vicente Solano	78°50'48.18"O	2°44'17.06"S
4-B	Zhindilig	Av. de los Alcaldes	Av. 24 de Mayo	78°50'48.12"O	2°44'49.65"S
5-B	Ciudadela del Chofer	Av. Hermano Miguel	Av. 16 de Abril	78°50'48.05"O	2°45'22.16"S
1-C	Tabacay	Vía de Segundo Orden (S/N)	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°50'15.67"O	2°43'11.68"S
2-C	Uchupucún	Calle 13 de Abril	Calle Miguel Heredia	78°50'15.86"O	2°43'44.28"S
3-C	San Francisco	Calle Miguel Agustín Aguirre	Calle Santa María	78°50'15.87"O	2°44'16.99"S
4-C	San Marcos	Av. González Suárez	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°50'15.76"O	2°44'49.42"S
5-C	Zhapacal	Calle Honorato Vázquez	Vía de Segundo Orden (S/N)	78°50'15.69"O	2°45'22.18"S

Fuente: Autor

Las 15 intersecciones de las retículas han sido codificadas de manera alfa numérica permitiendo su rápida identificación en los mapas geográficos y referencias en futuras tablas (Ver Tabla 18). Es destacable que el emplazamiento directo en los puntos generados no es viable debido al incumplimiento de las consideraciones relativas y finales analizadas con anterioridad, en otros casos los puntos representan viviendas o propiedades pertenecen a personas naturales, con las cuales el establecimiento de un convenio de participación resultaría muy complejo, y finalmente algunos puntos se llegarían a ubicar en bosques, quebradas o acantilados inaccesibles para el personal de toma de muestras y mantenimiento. Motivo por el cual los puntos a continuación generados servirán de base en el análisis de puntos representativos principalmente por su cercanía al momento de la distribución.

2.2.2 Implementación de cobertura basada en puntos representativos

La urbanidad de la ciudad es el objetivo principal del alcance del presente proyecto, dicha meta justifica la adaptación de un enfoque más flexible. Es destacable que esta corriente estratégica necesita una menor cantidad de puntos de muestreo, lo que resultará en un menor costo de implementación, de esta manera se protegerá el nivel de recursos disponibles para el proyecto.

La zona también representa la mayor concentración de actividades comerciales del cantón, debido a la presencia de equipamientos públicos, equipamientos de culto religioso, establecimientos educativos, los cuales representan áreas y microambientes relevantes para la conformación de la red de monitoreo (Fundación Natura, 2009, pág. 24).

2.2.2.1 Equipamientos educativos

Aproximadamente el 75% de los establecimientos educativos están concentrados en la zona céntrica. Los equipamientos universitarios se localizan en las zonas: Playa y Charasol. Las premisas mencionadas evidencian la asistencia de un elevado número de estudiantes provenientes

de las parroquias aledañas (Fundación Natura, 2009, pág. 24). La ubicación de los distintos establecimientos educativos se puede apreciar en la Figura 6 mediante el ícono del globo terráqueo.

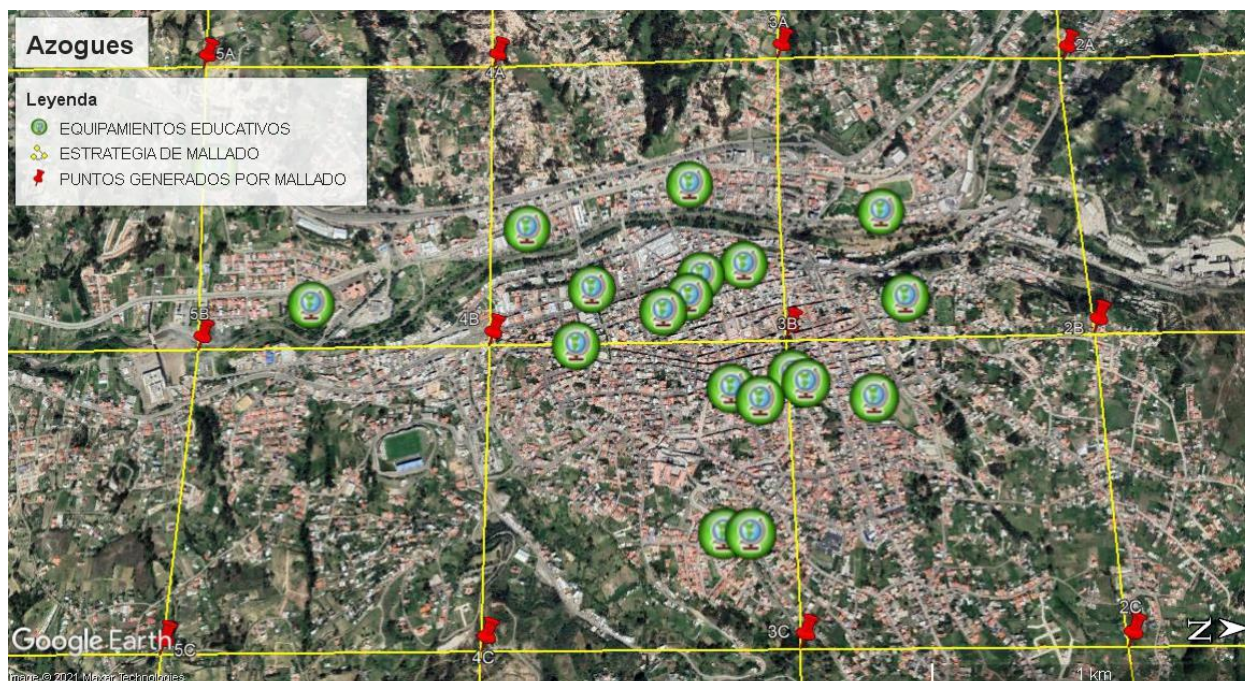


Figura 6. Distribución geográfica de equipamientos educativos

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

Los distintos niveles de educación: pre-primario, primario, secundaria y superior abarcan 15.667 niños, niñas, adolescentes y jóvenes estudiantes, si comparamos con los 13.308 individuos que corresponden a la población urbana de Azogues en el rango entre 4 y 23 años según el censo del INEC 2010 podemos deducir que un gran índice de estudiantes migran desde las parroquias rurales como: Guapán, Cojitambo, Javier Loyola, Luis Cordero, San Miguel de Porotos, Javier Loyola, Pindilig, Taday y Rivera, todos con la finalidad de cursar sus estudios en el área urbana (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 122).

2.2.2.2 Equipamientos públicos

Los equipamientos o entidades públicas como el Palacio Municipal, Gobernación del Cañar, Corte Superior de Justicia, Ministerio de Urbanización y Vivienda, Instituto de la Familia, Consejo

Provincial, Empresa Eléctrica, por nombrar unos cuantos están concentrados en la zona central (Fundación Natura, 2009, pág. 24).



Figura 7. Distribución geográfica de equipamientos públicos

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

En lo referente a equipamientos importantes localizados en la zona baja de la ciudad correspondiente a la zona de La Playa. La misma posee instalaciones que precisan la conectividad con la ciudad tales como: Parque infantil Marco Romero, Parque del migrante, Comisión de Tránsito, Centro de atención ciudadana, Consejo nacional electoral, y la Empresa pública de agua potable y alcantarillado de Azogues (EMAPAL EP) se encuentran entre los puntos más destacables y frecuentados por los pobladores. Los sitios previamente citados son visibles en la Figura 7 (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 319).

2.2.2.3 Equipamientos de salud

Los datos referentes a equipamientos de salud proporcionados por el Ministerio de salud de la provincia del Cañar determina la existencia de 20 establecimientos registrados, de los cuales 12 se ubican en el área urbana (ver Figura 8), entre ellos constan: el hospital general, hospital del día

(IEESS), centro de salud, centro médico popular, sub-centros de salud urbanos (3 unidades), clínicas privadas (4 unidades), y un centro de hemodiálisis (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 127).



Figura 8. Distribución geográfica de equipamientos de salud

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

2.2.2.4 Ejes viales principales

De acuerdo con el documento “*Diagnóstico - Plan del buen vivir y ordenamiento territorial, 2015*” en la ciudad de Azogues se exhiben dos ejes viales bastante marcados en el sentido norte sur. El primer eje tiene origen en la avenida Luis Monsalve Pozo, la misma forma parte de la autopista Azogues-Cuenca. La vía en cuestión soporta la totalidad del tráfico interprovincial, inter-parroquial, inter-cantonal de tráfico pesado, tráfico de tránsito por la urbe, además de ser el canal que conduce el total del tránsito proveniente de la ciudad que desea dirigirse hacia el sur o norte del país, dichas características la posicionan como la principal vía de salida e ingreso de la ciudad debido a que canaliza el flujo vehicular generado hacia el oeste de la urbe (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 319).

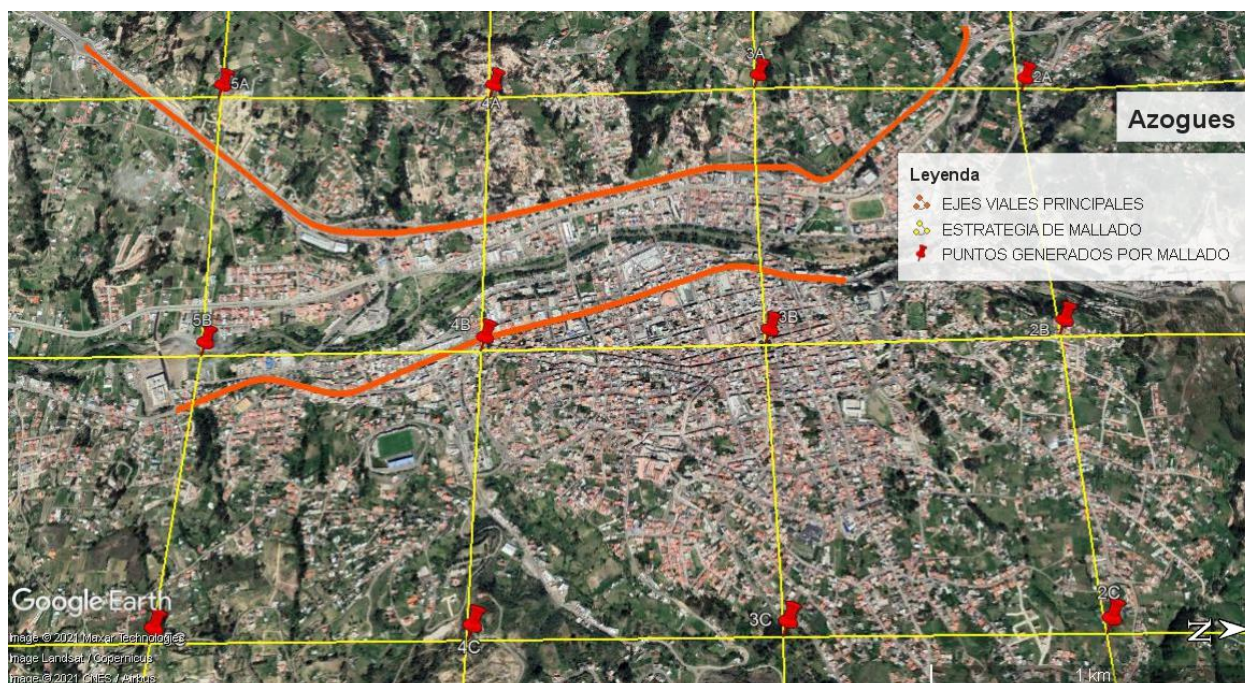


Figura 9. Distribución geográfica de ejes viales principales

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

El mismo análisis considera la extensión de la Avenida 24 de Mayo como el segundo eje vial principal (ver Figura 9). El estudio contempla la extensión comprendida desde el ingreso norte de la ciudad hasta el límite urbano sur, caracterizándola como una vía bidireccional con amplitud de secciones muy variable. La ubicación de la vía la convierte en el soporte del tráfico vehicular proveniente de las zonas orientales y zona centro, ya que la mayoría de recorridos tienen a la urbe como trayecto de origen o destino. La avenida bajo análisis también registra circulación de transporte inter-parroquial, urbano, escolar, pesado de abastecimiento, taxis, camionetas de alquiler y principalmente el tráfico particular que posee un promedio de 90.000 viajes diarios hacia la centralidad de la ciudad de acuerdo a estimaciones realizadas en el (Diagnóstico - Plan del buen vivir y ordenamiento territorial) (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 319)

2.2.2.5 Intersecciones conflictivas

El tejido vial de la ciudad de Azogues es singular en contraste al de otras ciudades, debido a que por lo general entre dos intersecciones las longitudes de vía varían desde los 50 hasta los 70 metros,

razón por la cual el flujo vehicular presenta complicaciones en los tramos viales de mencionadas características en horas de alta demanda vehicular. Su diseño no es capaz de tolerar la presencia combinada al tiempo de: vehículos de transporte urbano, vehículos de 3 o más ejes y vehículos particulares (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 320).

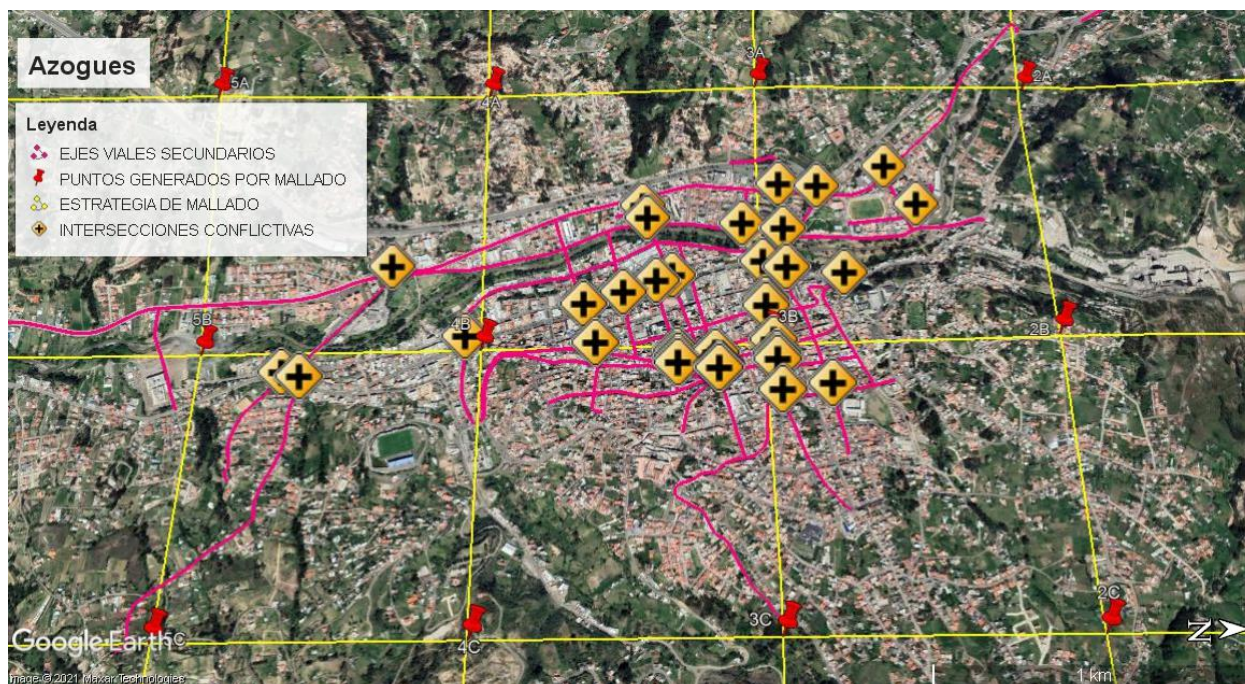


Figura 10. Distribución geográfica de intersecciones conflictivas

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

Las características previamente mencionadas y en conjunto propenden congestionamientos en diversos puntos de la ciudad (Figura 10), si agregamos a la lista: la medida de secciones transversales, su diseño geométrico y la topografía de pendientes pronunciadas características del terreno, se obtendrán nudos o intersecciones de alta conflictividad vehicular y peatonal, paralela a la generación de molestias de contaminación ambiental, visual, sonora y de emisión de gases. Sin obviar la alta peligrosidad ocasionada por accidentes de tránsito. El (Diagnóstico - Plan del buen vivir y ordenamiento territorial, 2015, pág. 320) reconoce como conflictivas las siguientes intersecciones:

- * Avenida 24 de Mayo y Juan Bautista Cordero
- * Avenida 24 de Mayo y Azuay
- * Avenida 24 de Mayo y Luis Pozo T
- * Avenida 24 de Mayo y 10 de Agosto
- * Avenida 24 de Mayo y Cacique Tenemaza
- * Avenida 24 de Mayo y General Alberto Enríquez Gallo
- * Avenida 24 de Mayo y Aurelio Jaramillo
- * Avenida 24 de Mayo y Avenida de los Alcaldes
- * Avenida 24 de Mayo y Honorato Vázquez
- * Avenida 24 de Mayo – Ernesto Guevara y García Moreno
- * Avenida 24 de Mayo y Miguel Unamuno
- * Avenida 16 de Abril y Luis M. González
- * Bolívar – Cacique Tenemaza y Emilio Abad
- * Bolívar – Julio María Matovelle y Emilio Abad
- * Bolívar y Aurelio Jaramillo
- * Bolívar – Bartolomé Serrano y Emilio Abad
- * Avenida de los Alcaldes – Rumiñahui – Homero Castanier – Bolívar – Avenida González Suárez y Galo Plaza Lazo
- * Bartolomé Serrano y Ayacucho
- * Bartolomé Serrano y Benigno Malo
- * Bartolomé Serrano y Benigno Rivera
- * 3 de Noviembre y (Emilio Abad – José Joaquín de Olmedo – Avenida de la Virgen)
- * Azuay y Vía Oriente
- * Bartolomé Serrano y Vía Oriente
- * Bolívar y 3 de Noviembre
- * Avenida 16 de Abril y Ariosto Muñoz
- * Avenida 16 de Abril y Luis M. González – Andrés F. Córdova
- * Humberto Vicuña y Oswaldo Idrovo
- * Avenida 16 de Abril y Alberto Ochoa Vázconez
- * Avenida Andrés F. Córdova e Imbabura
- * Avenida Ignacio Neira y calle del Puente Sobre el río Burgay (Sector Hospital)
- * Avenida Andrés F. Córdova – Humberto Rodríguez y David Mogrovejo
- * E35 y Vía a Cojitambo

2.2.2.5 Tráfico en directo

Con el propósito de incluir datos actualizados se utilizaron elementos proporcionados por la herramienta “*Tráfico en directo*” de Google Maps. Basados en una reciente publicación de su blog podemos dilucidar que el cálculo de rutas y estado de tráfico se fundamenta en los datos de localización GPS de viajes guiados por la plataforma empleada por miles de usuarios que transitan

frecuentemente las principales vías de un poblado, sumado a avanzadas técnicas de aprendizaje automático y el análisis de patrones históricos de tráfico. La interacción de las mencionadas premisas han permitido mejorar la precisión de las capacidades de predicción del tráfico de manera consistente para más del 97% de viajes orientados por la aplicación (Lau, 2020). La Figura 11 exhibe una situación típica del estado del tráfico en las principales vías de la ciudad de Azogues según información recopilada por “*tráfico en directo*” de Google Maps.



Figura 11. Tráfico en directo típico de la ciudad de Azogues

Fuente: (Google-Maps©, 2021)

A través del software GIS se procede a ejecutar la superposición de capas entre el mapa de análisis de intersecciones conflictivas generado en Google-Earth y el mapa de tráfico en directo proporcionado por Google-Maps. La interacción entre capas y niveles de opacidad generan una nueva lámina denominada Figura 12 en la cual se puede constatar varios puntos críticos de tráfico coincidentes con los expuestos en la sección previa. De esta manera el estudio pretende conjugar los antecedentes históricos proporcionados en el análisis bibliográfico y los datos actuales recopilados por tecnologías basadas en inteligencia artificial de aprendizaje constante.

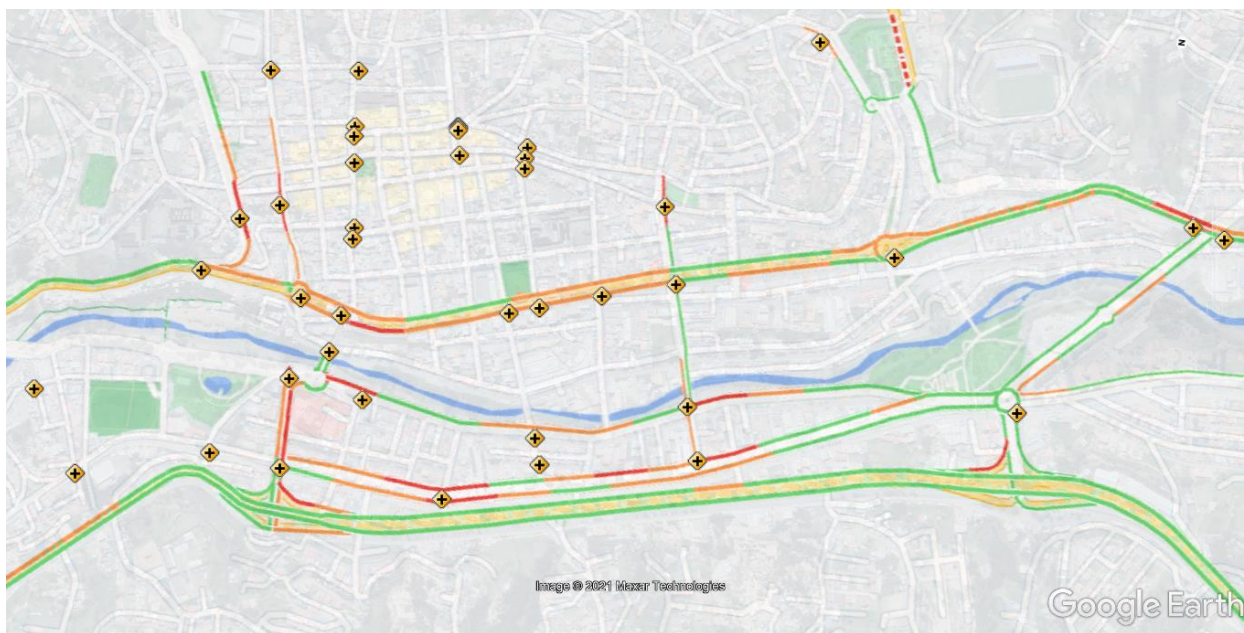


Figura 12. Superposición entre mapas

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

2.3 Análisis de elementos críticos de emisión

2.3.1 Conformación del parque automotor particular

Las emisiones provenientes de fuentes móviles son el objetivo de análisis primordial de la red, dicha razón se verá definida por la cantidad de vehículos que circulan por la urbe. El citado propósito condujo a indagar el número de vehículos matriculados en la ciudad. Los datos exhibidos a continuación provienen de una consulta directa con la “Dirección de Movilidad y Transporte del GAD municipal de Azogues, que exhiben la cantidad de vehículos registrados entre los años 2015 y 2019, además de contemplar una proyección de crecimiento que inicia en el año 2020 y se extiende hacia el 2030 desarrollada en el documento “Evaluación económica y financiera y modelo de gestión para el centro de revisión técnica vehicular de Azogues” realizada a través de una entidad consultora (Vázquez Arquitectos, 2021) (ver Tabla 19).

Tabla 19. Cantidad de vehículos matriculados por año y su proyección

Año	Número de vehículos
2015	8.097
2016	17.704
2017	17.699
2018	16.782
2019	16.172
2020	16.366
2025	17.372
2030	18.840

Fuente: Adaptado de (Vázquez Arquitectos, 2021)

Los vehículos particulares representan el 89,06% dentro de la estructura de matriculación en la provincia del Cañar, al igual que ocurre a nivel nacional (Vázquez Arquitectos, 2021, pág. 7). Bajo esta premisa podríamos establecer que en el año 2020 se llegaron a matricular alrededor de 14.566 vehículos particulares que representan el 89,06% de la flota vehicular del cantón. De los cuales según registros municipales evidencian que un promedio de 3.000 vehículos provienen de otras provincias como Azuay. La cifra se ve equilibrada por aproximadamente 2.800 vehículos propiedad de usuarios residentes, los cuales optan el realizar la matriculación vehicular en Biblián, Cañar, Déleg o Paute producto de la evasión en el pago de valores como: predios urbanos, juicios de coactivas y multas generadas por la municipalidad. Obligaciones que deberían constar como canceladas para proceder a realizar el trámite de matriculación en la ciudad.

2.3.2 Transporte urbano

El servicio de transporte urbano se encuentra bajo la responsabilidad de la compañía de transporte TRURAZ S.A. la cual posee una flota vehicular de 41 unidades. Todas las líneas inician operaciones a las 5h40 y concluyen labores a las 18h30, exceptuando las líneas #3 y #5, que finalizan sus recorridos hacia las 22h00 con frecuencias de 15 minutos entre cuatro unidades. La identificación de las líneas y sus distintas características se definen en la Tabla 20.

Tabla 20. Líneas de transporte urbano compañía “TRURAZ S.A.”

Línea #	Recorrido	N° de unidades	Frecuencia (minutos)
1	Puente San José – Segundo Corte	13	5
2	Bayas - Mururco	7	10
3	Uchupucún – Terminal terrestre	4	10
4	Zhapacal - Tabacay	3	15
5	El Calvario – Terminal terrestre	15	10

Fuente: (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 331)

En general el parque automotor de la compañía posee una edad justo por debajo del límite establecido para este servicio, el cual es 20 años, el 34,15% de unidades posee una vejez de entre 0 a 10 años, mientras que el 65,85% de las unidades ostentan un tiempo de vida de entre 11 a 20 años (ver Tabla 21). Lo cual supone que los sistemas de control de emisiones de dichas unidades para la fecha ya deberían haber presentado inconvenientes o en su defecto su estado actual figura como obsoleto frente a modernas tecnologías de control emisiones.

Tabla 21. Edad de los vehículos de transporte urbano

Edad vehicular	N° de vehículos	Porcentaje
Entre 0 y 10 años	14	34.15%
Entre 11 y 20 años	27	65.85%

Fuente: (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 332)

2.3.3 Transporte privado. Taxis y carga liviana

La ciudad de Azogues dispone de cinco empresas de transporte de pasajeros tipo taxi, con un total de 143 unidades que en contraste a los 90 vehículos registrados durante el año 2005 supondría un incremento de 58,89% de unidades en el lapso de 5 años. La distribución por cantidad de unidades activas se encuentra detallada en la Tabla 22.

Tabla 22. Empresas de servicio de transporte de taxis de Azogues

Nombre de la cooperativa	N° de unidades
Azogues	34
4 de noviembre	33
Héroes de Tiwintza	19
Cojitambo S.A.	15
San Andrés	42

Fuente: (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 345)

De un total de 143 unidades, 103 de ellas poseen una vejez entre cero a diez años, lo cual correspondería un 72% de la flota total, las cuarenta unidades restantes representan el 28% se encuentran entre los 11 a 20 años (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 345). Lo mencionado es explicado a detalle en la Tabla 23.

Tabla 23. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas de taxis

Empresa de transporte	Vejez vehicular de la flota			
	De 0 a 10 años	% de 0 a 10	De 11 a 20 años	% de 11 a 20
Azogues	17	50,00	17	50,00
4 de noviembre	18	54,55	15	45,45
Héroes de Tiwintza	13	68,42	6	31,58
Cojitambo S.A.	13	86,67	2	13,33
San Andrés	42	100	0	0,00

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 346)

La evidencia de gran porcentaje de unidades nuevas supone una buena noticia en cuanto a los niveles de emisiones, que serán controlados mediante tecnologías de motores modernas junto a dispositivos catalizadores de última generación equipados en dichas unidades. Sin desmerecer la importancia y la vida útil del otro porcentaje de la flota con vejez superior a los 11 años, la cual requiere vigilancia constante en cuanto al tema referente a aporte de emisiones contaminantes.

Por su parte el transporte de carga liviana engloba las camionetas tipo pick-up que brindan servicio de transporte de pasajeros y carga desde el centro de la ciudad hacia las diferentes comunidades. El mencionado servicio no posee una frecuencia fija, tampoco una ruta establecida y su costo varía

de acuerdo a la oferta-demanda y hora del servicio. La ciudad de Azogues posee seis cooperativas de carga liviana expuestas en la Tabla 24 (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 347).

Tabla 24. Empresas de servicio de transporte de carga liviana de Azogues

Nombre de la cooperativa	N° de unidades
Cooperativa 6 de Mayo	30
Cooperativa 28 de Octubre	16
Compañía Manuel Antonio Piña	19
Cooperativa Trans-Merceditas	4
Cooperativa Verdeloma	44
Cooperativa Zhirincay-Trans	20

Fuente: (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 348)

La vejez de las unidades de transporte mixto es muy variada entre cooperativas, de la Tabla 25 podemos dilucidar que el número total de elementos con una edad entre 0 a 10 años es igual a 92 unidades es decir el 69,17% dato que hace frente a 41 unidades o 30,83% de vehículos con una vejez entre 11 a 20 años. Es un dato alentador puesto a que las tecnologías de combustión y control de emisiones equipadas en aquellos modelos deberían encontrarse relativamente activas, apaciguando el nivel de emisión de las flotas de transporte mixto que circulan en gran parte desde las comunidades aledañas directamente hacia el casco urbano de la ciudad.

Tabla 25. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas de transporte mixto

Empresa de transporte	Vejez vehicular de la flota en años			
	De 0 a 10	% de 0 a 10	De 11 a 20	% de 11 a 20
Coop. 6 de Mayo	9	30,00	21	70
Coop. 28 de Octubre	9	56,25	7	43,75
Coop. Manuel Antonio Piña	16	84,21	3	15,79
Coop. Trans-Merceditas	4	100	0	0,00
Coop. Verdeloma	37	84,09	7	15,91
Coop. Zhirincay-Trans	17	85,00	3	15,00

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 348)

2.3.4 Transporte inter-parroquial

El servicio de transporte inter-parroquial desde y hacia las diferentes comunidades se encuentra bajo la responsabilidad de cinco empresas, las cuales disponen de una flota vehicular total de 63

unidades. El 38% de las mismas poseen una vejez de entre 11 a 20 años, mientras que el 56% de las unidades ya han superado los 20 años de vida útil. Siendo 30 años el límite de edad para cada unidad y con vehículos muy cercanos a esta limítrofe, podemos dilucidar que los sistemas de control de emisiones de los automotores citados en la Tabla 26 son completamente obsoletos.

Tabla 26. Edad de los vehículos de transporte inter-parroquial

Edad vehicular	N° de vehículos	Porcentaje
Entre 11 y 20 años	14	38.00%
Superior a 20 años	27	56.00%

Fuente: Autor

Las 5 compañías de transporte: San Marcos, San Francisco, Javier Loyola, Pindilig y Rojas Bayas: tienen la particularidad de compartir como lugar de estacionamiento el antiguo terminal terrestre ahora denominado “terminal de transferencia”, lo cual implica el ingreso y departo de la totalidad de las unidades y las emisiones producidas por las mismas al casco urbano norte de la ciudad.

2.3.5 Transporte inter-cantonal

Al figurar como capital provincial cañareense, la ciudad de Azogues concentra todas las dependencias del sector público. Aun así la ciudad no posee una red de transporte inter-cantonal exclusiva para con el resto de cantones debido a la ubicación del eje vial (Cuenca-Azogues-Biblián-Cañar-El Tambo-Suscal-La Troncal) sumado a las empresas que realizan transporte inter-provincial desde la ciudad de Cuenca. Siendo el cantón Déleg la excepción a dicha regla por su ubicación sur-oeste, la cual no figura dentro del eje vial que conecta con el norte del país.

Por lo tanto entre las empresas de transporte que brindan sus servicios desde los diferentes cantones de la provincia hacia la ciudad de Azogues figuran las siguientes: cooperativa Centinela la cual posee 28 unidades, cooperativa Panamericano conformada por 16 unidades, transportes Cañar, transportes Jahuay, Rutas Cañaris y finalmente la empresa Rircay. Todas las entidades de transporte mencionadas poseen como denominador común la ciudad de Azogues y su terminal

terrestre, ya sea como lugar de estacionamiento o principal punto de transferencia y paso, lo cual implica el ingreso, tránsito y emisión de contaminantes generados por las distintas unidades hacia el casco urbano sur-oeste de la ciudad.

2.3.6 Transporte inter-provincial

En la Tabla 27 podemos apreciar las diferentes edades entre las unidades de transporte por cooperativa local. El mayor porcentaje de unidades en servicio poseen una vida útil superior a los 11 años, lo cual predispone que los sistemas de control de emisiones en los automotores citados se hayan vuelto totalmente obsoletos, a partir de esta premisa se podría concebir la generación de importantes niveles de contaminantes primarios hacia la atmósfera.

Tabla 27. Edad vehicular de unidades pertenecientes a empresas inter-provincial

Empresa de transporte	Vejez vehicular de la flota			
	De 0 a 10 años	% de 0 a 10	De 11 a 20 años	% de 11 a 20
C.I.T.C.A	6	31,58	13	68,42
Ingapirca	3	25	9	75
Reina de la Nube	6	46	7	53,85

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 343)

En el plan de ordenamiento territorial de Azogues figuran tres empresas de transporte interprovincial locales domiciliadas en la ciudad: la cooperativa Cuenca-Azogues C.I.T.C.A. (19 unidades), cooperativa Ingapirca (12 unidades) y finalmente la cooperativa Reina de La Nube (13 unidades). Las tres empresas exhiben alta intensidad y demanda de transporte registrando hasta 2009 frecuencias semanales. Si a los datos previamente citados sumamos la variable de frecuencias diarias de empresas de transporte tales como: Flota Imbabura (diez frecuencias), cooperativa Santa (12 frecuencias), cooperativa Patria (ocho frecuencias), Express Sucre (19 frecuencias), Ejecutivo San Luis (21 frecuencias), Súper Semería (15 frecuencias), Súper taxis Cuenca (17 frecuencia), Turismo Oriental (29 frecuencias), Panamericana (tres frecuencias), Esmeraldas (dos frecuencias), cooperativa Loja (cuatro frecuencias) adicionando el hecho de que todas ellas comparten como

lugar de estacionamiento, punto de transferencia y paso el terminal terrestre de la ciudad de Azogues.

2.4 Análisis de vías conflictivas relevantes

La actual sección precisó de un análisis minucioso previo, en el cual además de considerar la ubicación del principal sector industrial (Guapán) se tendrá presente la localización de las principales intersecciones conflictivas establecidas en el documento previamente analizado, la cercanía a los puntos generados en la estrategia de cobertura espacial basada en cuadrículas y finalmente los puntos de emisión primordiales tales como el Terminal Terrestre Interprovincial, Terminal de Transferencia, Mercado Mayorista y Vía Oriente (San Francisco) debido a que representan los principales accesos a la urbanidad de la ciudad. Las vías en mención y sus calles de referencia se encuentran en la Tabla 28.

Tabla 28. Vías conflictivas relevantes para el estudio

Nomenclatura	Calle de análisis	Calle de referencia
1	Calle Alfonso Vintimilla Lituma	e Ingapirca
2	Simón Bolívar	y Fray Vicente Solano
3	Avenida 16 de abril	y Ernesto Guevara
4	Avenida 16 de abril	y Luis M. González
5	Calles Oswaldo Idrovo	y Humberto Vicuña Novillo
6	Calle Trajano Carrasco	y Vía Guarumales-Méndez
7	Vía Oriente	y calle San Francisco
8	Calle Miguel Heredia	e Ignacio de Vintimilla
9	Avenida Rumiñahui	y Galo Plaza Lazo

Fuente: Autor

2.4.1 Tránsito promedio diario en vías relevantes

El TDPS (tránsito promedio semanal) se generó a través de conteos diarios ejecutados cada 15 minutos en períodos de recolección de 16 horas continuas. Se estableció una ventana de tiempo para el análisis que iniciaba a las 5am y culminaba hacia las 9 pm en virtud del inicio y cese de actividades de la mayoría de residentes. Se tomó especial consideración a la presencia de buses y

vehículos pesados junto con los factores de equivalencia necesarios para convertir su registro en uno correspondiente al tráfico de vehículos livianos.

Tabla 29. TPDS en vías conflictivas relevantes

Calle de análisis	TPD
Calle Alfonso Veintimilla Lituma	4916
Simón Bolívar	6972
Avenida 16 de abril y Ernesto Guevara	15326
Avenida 16 de abril y Luis M. González	13130
Calles Oswaldo Idrovo	4872
Calle Trajano Carrasco	10249
Vía Oriente	3900
Calle Miguel Heredia	3642
Avenida Rumiñahui	13950

Fuente: Autor

La Tabla 29 exhibe el TPD registrado durante la cuarta semana del mes de enero del año 2021. Es posible que los valores aumenten de manera considerable al momento que las restricciones generadas en la pandemia por COVID-19 sean condonadas en su totalidad, lo cual adicionaría el tránsito de cooperativas de transporte escolar y vehículos particulares que conducen a los estudiantes hacia los diferentes planteles ubicados en su mayor parte en la urbe de la ciudad.

Los datos recolectados evidencian la presencia de alto flujo vehicular en las vías en cuestión, la premisa establecida predispone un elevado nivel de emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles, razón por la cual deben ser consideradas como datos de alta relevancia al instante de establecer las edificaciones e implantar los diferentes sistemas de monitoreo y sus justificativos.

2.5 Análisis climatológico

El clima posee un efecto significativo en la salud, demostrando ser un valioso factor cuando se examina los efectos de los contaminantes aéreos. (OMS, 1997, pág. 21).

2.5.1 Temperatura

La colección de datos de la estación base Cañar (ver Figura 13), de aproximadamente 30 años permitió el cálculo de la serie histórica para la zona. Mediante la fórmula del gradiente término, se

procedió al cálculo de la estadística mensual de temperatura. En base a la estación meteorológica de Biblián se calculó una temperatura promedio anual de 14,01 °C. El clima es frío y muy frío en la parte alta (Norte), y templado en la zona baja (Sur). (Municipalidad de Azogues, 2015, pág. 47)

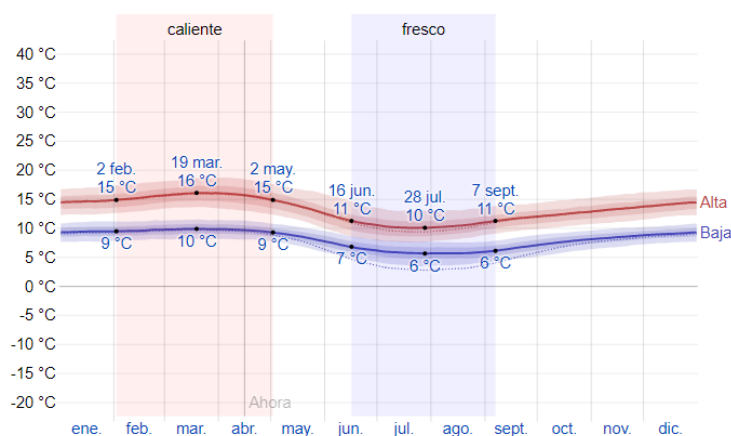


Figura 13. Temperatura máxima y mínima promedio anual de Azogues

Fuente: (Weather-Spark, 2020)

La temporada templada perdura 3 meses, desde el 2 de febrero hasta el 2 de Mayo aproximadamente (ver Figura 14), con una temperatura diaria promedio de 15 °C. La temporada fresca perdura 2,7 meses desde el 1 de junio al 7 de septiembre aproximadamente con un promedio térmico de 11° C (Weather-Spark, 2020).

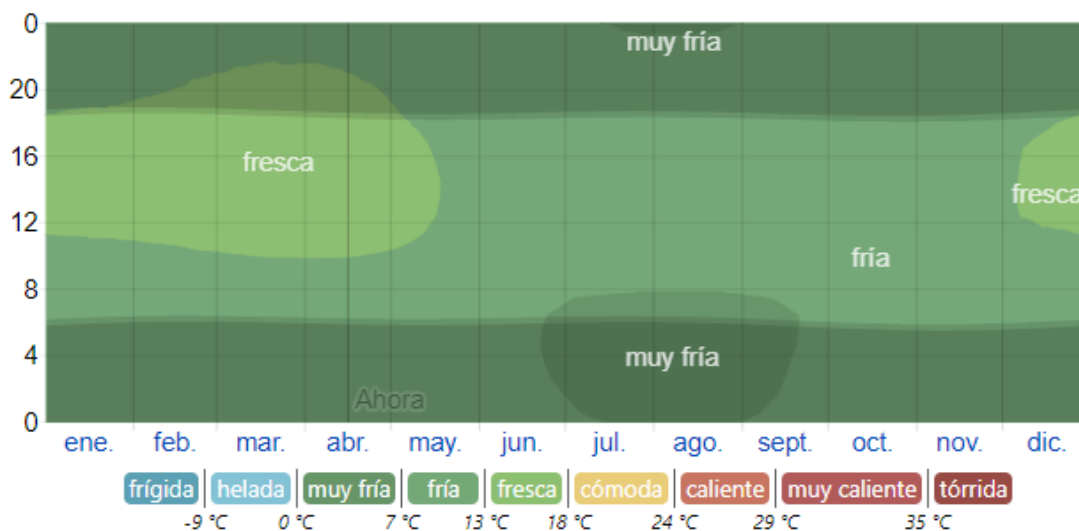


Figura 14. Temperatura promedio por hora de Azogues

Fuente: (Weather-Spark, 2020)

En la zona urbana no existe gran varianza debido a que se encuentra ubicada en promedio a 2.518 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio oscila entre 12 y 15 grados centígrados (Fundación Natura, 2009, pág. 9).

2.5.2 Viento

Desde el punto de vista contingente a la calidad del aire, la ventosidad de la región es referida como un aspecto físico de alta importancia, ya que el movimiento de masas de aire contribuyen a la dispersión y transporte de contaminantes (Fundación Natura, 2009, pág. 10).

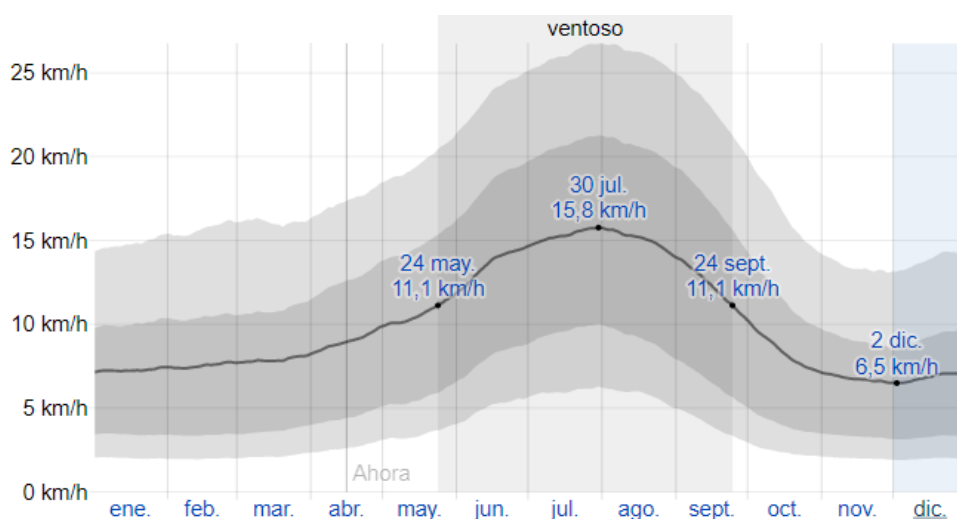


Figura 15. Velocidad promedio anual del viento en Azogues

Fuente: (Weather-Spark, 2020)

La época más ventosa en el transcurso del año se extiende durante 4 meses (Ver Figura 15), desde el 24 de mayo hasta el 24 de septiembre, con un promedio de 11,1 km/h. En contraste la época más calmada del año se extiende durante 8 meses iniciando el 24 de septiembre y finaliza el 24 de mayo (Weather-Spark, 2020).

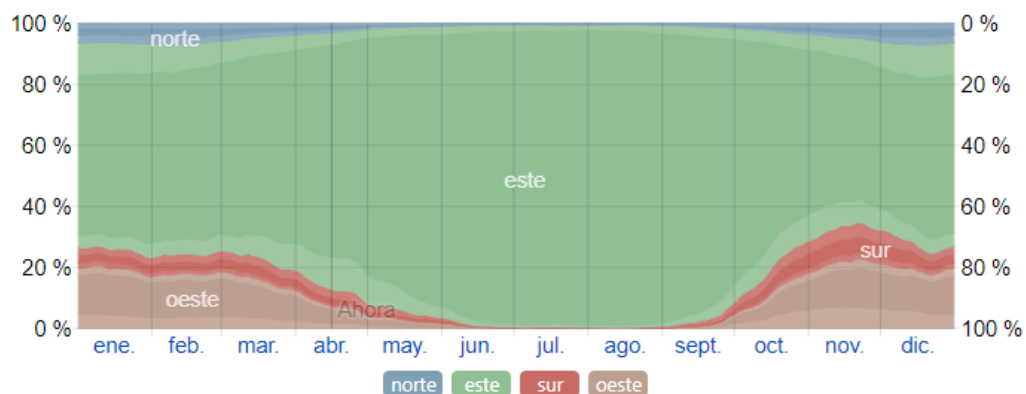


Figura 16. Distribución anual de la dirección del viento en Azogues

Fuente: (Weather-Spark, 2020)

En la ciudad de Azogues la dirección del viento predominante durante el año proviene del Este (ver Figura 16) (Weather-Spark, 2020).

2.6 Criterios para la selección de equipos analizadores

2.6.1 Antecedentes de muestreo. Registro histórico

En vías de complementar información que justifique la presente investigación se procedió a gestionar un auspicio por parte del departamento de gestión y control ambiental de la municipalidad de Azogues. La diligencia permitió el acceso a documentos que poseen precedentes clave en el desarrollo del actual estudio tales como: puntos de análisis de contaminantes, cifras de contaminantes en muestreos previos, métodos de monitoreo normados, por citar algunos. Los documentos se analizan de manera individual en las secciones 2.6.1.1 - 2.6.1.2 y 2.6.1.3

2.6.1.1 Estrategia de prevención y control de la contaminación del aire de Azogues

El estudio disponible sobre el dióxido de azufre durante los meses de enero y febrero-2008 registraron $29.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Azogues versus $17.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Figura 17) lo cual exige un seguimiento cercano del contaminante en la ciudad, ya que de manera eventual podría exceder los límites permisibles y convertirse en un problema de salud pública. Razón por la cual es imperante controlar de manera adecuada las emisiones provenientes del tráfico vehicular (Fundación Natura, 2009, pág. 27).

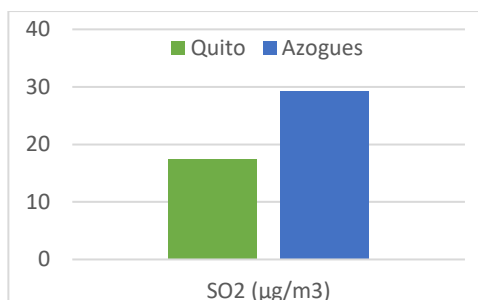


Figura 17. Registro histórico de contaminantes

Fuente: Adaptado de (Fundación Natura, 2009, pág. 27)

El documento “*Estrategia de prevención y control de la contaminación de aire de Azogues*” adicionalmente registra datos provenientes del programa de monitoreo de material particulado PM10, llevado a cabo por la compañía de industrias Guapán dentro del marco de gestión ambiental que realiza desde el año 2006 (Fundación Natura, 2009, pág. 33)

Tabla 30. Resultados promedio del monitoreo de PM10 efectuado por la cementera Guapán entre los años 2006 y 2008

Año	Estación (datos en µg/m ³)				
	EMAPAL	Cantera	C. Provincial	Hospital	BNF
2006	<u>58.96</u>	<u>82.28</u>	43.35	<u>51.01</u>	<u>52.83</u>
2007	<u>126.13</u>	<u>96.27</u>	21.93	<u>60.49</u>	<u>87.54</u>
2008	49.60	46.70	<u>58.05</u>	38.37	<u>54.33</u>

Fuente: (Fundación Natura, 2009, pág. 29)

De acuerdo con lo afirmado por Compañía industrias Guapán en los resultados del programa de monitoreo de material particulado PM10 desarrollado entre los meses de marzo y julio del año 2008, los promedios entre mediciones expresan violaciones al límite anual (50 µg/m³) en un grupo específico de entre cinco estaciones ubicadas por el período de un mes en un radio de tres kilómetros alrededor de la industria (Ver Tabla 30 y Figura 18) (Fundación Natura, 2009, pág. 28). Las premisas convierten al contaminante en un objetivo de análisis primordial en la red de monitoreo.

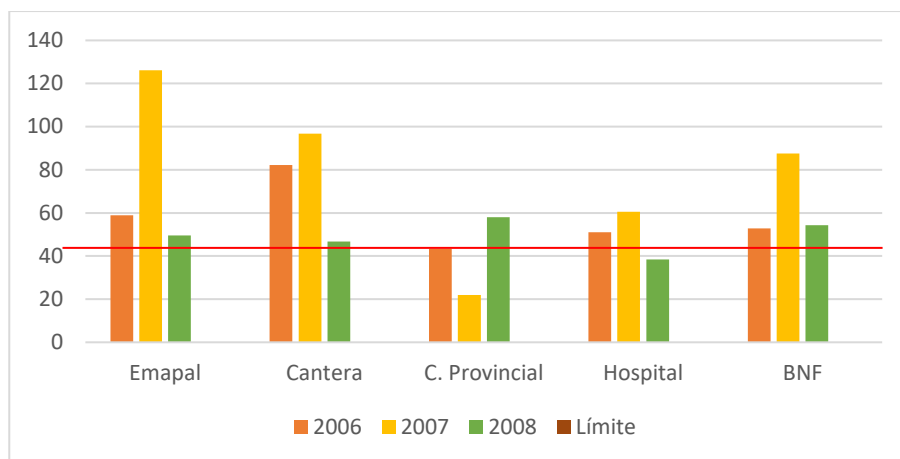


Figura 18. Promedio de largo plazo de PM10 entre los años 2006 y 2008

Fuente: Adaptado de (Fundación Natura, 2009, pág. 34)

2.6.1.2 Informe de actividades del proyecto monitoreo atmosférico de calidad del aire de la ciudad de Azogues 2009

Los documentos proporcionados por la municipalidad catalogan datos de cuatro meses de monitoreo en cuatro diferentes puntos analizando cuatro contaminantes primarios (Municipalidad de Azogues, 2010). Dos de los mencionados puntos se encuentran dentro del alcance urbano del presente proyecto y un punto, el denominado “Estación de muestreo No. 2” ubicado en la terraza del centro comercial Bartolomé Serrano en la calle Julio María Matovelle, registró valores del contaminante “partículas sedimentables” que infringían los niveles establecidos por la norma ecuatoriana de calidad de aire en dos ocasiones en los primeros meses de monitoreo, las cifras obtenidas son apreciables en la Tabla 31.

Tabla 31. Registro histórico de contaminantes

Contaminante	Norma Ecuatoriana	Valor Registrado	Estación	Fecha
Partículas Sedimentables	1 mg/cm ²	<u>1,460 mg/cm²</u>	No. 2	Enero 14 - 2010
Partículas Sedimentables	1 mg/cm ²	<u>1,387 mg/cm²</u>	No. 2	Marzo 14 - 2010

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2010, pág. 7)

2.6.1.3 Informe de actividades del monitoreo atmosférico de calidad del aire de la ciudad de Azogues año 2010

En la ciudad de Azogues durante el año 2010 existieron cuatro puntos de monitoreo pasivo de calidad del aire ubicados en lugares estratégicamente seleccionados (ver Figura 19), de manera tal que los valores registrados representasen la situación de la ciudad en cuanto a niveles de contaminación (Municipalidad de Azogues, 2011, pág. 1).

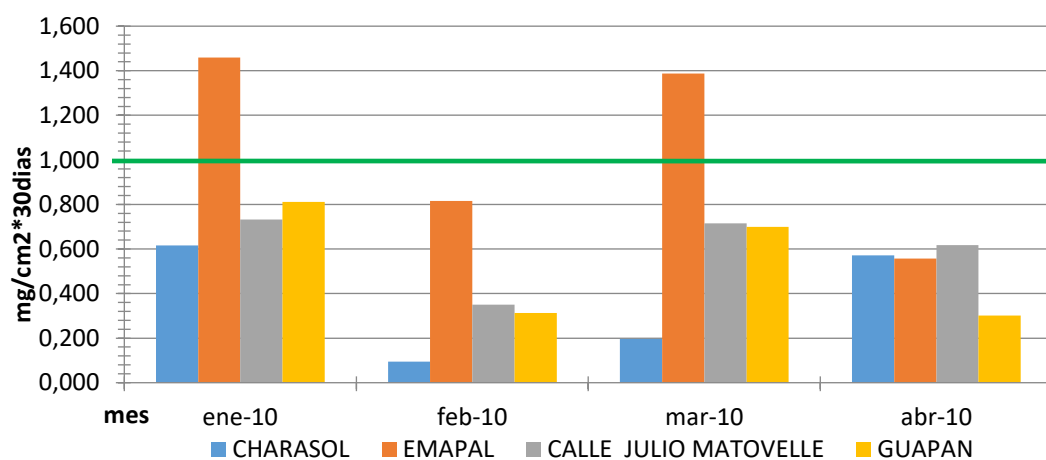


Figura 19. Patrones de emisión para contaminantes primarios enero-abril 2010

Fuente: Adaptado de (Municipalidad de Azogues, 2010, pág. 8)

2.6.2 Analizadores y equipos. Red de monitoreo automática

Para establecer los equipos de medición de la red de monitoreo automática el criterio fundamental de selección se basó en el cumplimiento de los métodos de medición aprobados por EPA y consecuentemente por la NECAA. La Tabla 32 denota el número, ubicación, métodos de medida, modelo y marca de los analizadores de partículas y gases que conforman REMO-A.

Tabla 32. Analizadores de Partículas y Gases utilizados en la red de monitoreo automática

Contaminante	Marca y modelo	Método de medida	Norma del método	Número
Material particulado PM10 y PM2,5	Thermo Scientific/ 5821i	Atenuación de rayos beta	PM10 EPA EQPM-1102-150	3
Ozono (O3)	Teledyne T400	Absorción de luz ultravioleta	US EPA EQOA-0992-087	3
Óxidos de nitrógeno (NOX)	Teledyne T200	Quimioluminiscencia	US EPA RFNA-1194-099	3
Dióxido de azufre (SO2)	Teledyne T100	Fluorescencia por pulsos de luz ultravioleta	US EPA EQSA-0495-100	3
Monóxido de carbono (CO)	Teledyne T300	Absorción de radiación infrarroja no dispersiva	US EPA. RFCA-1093-093	3
Estación meteorológica	Vaisala WXT536	Medidores capacitivos	IEC60529 VDA 621-415	1

Fuente: Autor

2.6.2.1 Thermo Scientific 5028i

Es un analizador de contaminantes de conducta simultánea y análisis en tiempo real de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5}. La unidad visible en la Figura 20 combina tecnología para recolección de muestras de doble canal junto a un analizador de atenuación beta. El modelo 5028i brinda una capacidad de medición continua, no escalonada y compatible con los métodos de análisis aprobados por U.S. EPA con respecto a PM₁₀ (EQPM 1102-150) y PM_{2,5} (EQPM 0609-183).

**Figura 20.** Analizador automático Thermo Scientific 5028i para material particulado PM₁₀ y PM_{2,5}

Fuente: (Thermo Fisher, 2021)

Posee además una fuente de poder interna de respaldo, la cual reduce de manera fiable la pérdida de continuidad en la obtención de datos durante un apagón o interrupción de fluido eléctrico. Su funcionamiento se basa en el uso de un filtro contenido en forma de un rollo de cinta, al cual los diseñadores le incrementaron el volumen total, es decir la longitud total del rollo, para de esta manera lograr tiempos de operación extendidos que no requieran operatividad asistida constante. Todas las bondades mencionadas con anterioridad fueron concebidas sobre un nuevo chasis, el cual facilitará su mantenimiento y servicio.

2.6.2.2 Teledyne T400

El analizador modelo T400 (Figura 21) utiliza un método de absorción de rayos ultravioleta, el sistema está basado en la “Ley de Beer Lambert” para la medición de pequeños rangos de ozono en aire ambiente. Una fuente de luz ultravioleta de 25 nanómetros atraviesa la celda que alberga la muestra, la cual es absorbida en proporción a la cantidad de ozono presente. De manera periódica una válvula de intercambio alterna mediciones entre el flujo de la muestra de referencia y una muestra de ozono extraída del ambiente. Obteniendo como resultado una medición verdadera y estable del contaminante en cuestión.



Figura 21. Teledyne T400 Analizador automático de ozono basado en absorción UV.

Fuente: (Teledyne Technologies Incorporated ©, 2021)

El analizador fotométrico de ozono se encuentra designado de manera oficial como método equivalente federado (FEM) con certificación US EPA EQOA-0992-087. Al tratarse de un equipo perteneciente a la serie T de Teledyne, la unidad está equipada con un display a color

tecnológicamente avanzado, dotado de una pantalla táctil capacitiva. La configuración del dispositivo, el control, acceso a datos almacenados incluida la información de diagnóstico está disponible a través de la interfaz frontal del tablero, vía Ethernet, RS232 o puertos USB permitiendo de esta manera escoger entre un acceso local o una conexión remota.

El modelo T400 incluye el software NumaView™ y NumaView™ PC remota, los cuales habilitan la capacidad de establecer conexiones remotas de interfaz virtual y capacidad de descarga de datos entre analizadores que operen el software NumaView.

2.6.2.3 Teledyne T200

El analizador automático de contaminantes NO, NO₂ y NO_x utiliza el principio aprobado de detección por quimioluminiscencia en conjunto con electrónica de última generación, que permiten llevar a cabo mediciones precisas y de un nivel de dependencia bajo en su uso como analizadores ambiente. El analizador de óxidos de nitrógeno Teledyne (Figura 22) ha sido designado por la US EPA como un método automático de referencia RFNA-119-099 para mediciones de NO₂ como lo define el artículo 40CFR Part 53.



Figura 22. Teledyne T200 Analizador automático de dióxido de nitrógeno basado en quimioluminiscencia.

Fuente: (Teledyne Technologies Incorporated ©, 2021)

Su característica única de auto-encerado a través de correcciones continuas provee magnífica estabilidad con cero varianza al momento de registro, mientras que un avanzado sistema de filtrado adaptativo permite al analizador optimizar su desempeño ante la presencia de condiciones

cambiantes. El modelo T200 incluye un secador de entrada permeable para la generación de gas ozono, el cual provee excelente fiabilidad y no requiere de recambios periódicos, además de un extractor catalítico de ozono para gases de escape como un standard de máxima seguridad, que al mismo tiempo garantiza al sistema de bombeo una vida útil extendida.

2.6.2.4 Teledyne T100

El modelo T100 (Figura 23) utiliza el método probado que basa su funcionamiento en el principio de fluorescencia ultravioleta en conjunto con una interfaz de usuario de última generación, provee mediciones de niveles de SO₂ inclusive en concentraciones muy bajas con gran precisión y facilidad. El analizador en cuestión figura como un método equivalente federado (FEM) con certificación US EPA EQSA-0495-100.



Figura 23. Teledyne T100 Analizador automático de dióxido de azufre basado en fluorescencia ultravioleta.

Fuente: (Teledyne Technologies Incorporated ©, 2021)

Un nivel de estabilidad excepcional en la adquisición de datos se puede lograr gracias a la adición de un disparador óptico de compensación de lecturas PMT, sumado a un detector de referencia, el cual permitirá corregir posibles cambios en la intensidad de la lámpara ultravioleta y un impulsador de hidrocarburo, todo acompañado de un diseño óptico avanzado, se combinan con el propósito de prevenir posibles inexactitudes en el registro derivadas de las posibles interferencias presentes.

2.6.2.5 Teledyne T300

El modelo T300 (Figura 24) posee la capacidad de medir inclusive niveles muy pequeños de dióxido de carbono basándose en la comparativa de la energía infrarroja absorbida por una muestra frente a una absorbida de un gas de referencia de acuerdo a la ley de Beer Lambert. El analizador de monóxido de carbono Teledyne T200 ha sido designado por la US EPA como un método automático de referencia RFCA-1093-093.



Figura 24. Teledyne T300 Analizador automático de monóxido de carbono basado en el principio de absorción de radiación infrarroja no dispersiva.

Fuente: (Teledyne Technologies Incorporated ©, 2021)

Utilizando un filtro gaseoso incorporado a una rueda de correlación, el rayo de luz de alta energía IR atraviesa de manera alternativa una cámara llena de CO y otra cámara sin presencia de CO. Por lo tanto el sendero de luz viajará a través de la celda que contiene la muestra, la cual alberga un sendero doblado de 14 metros de longitud. En consecuencia la energía disipada o perdida a través de la celda es comparada con la señal de referencia de intervalo proporcionada por el filtro tipo rueda, para de esta manera producir una señal proporcional a la concentración, todo lo citado se produce con una interferencia mínima en la manipulación de los gases dentro de la muestra. El diseño provee excelente estabilidad cero y de intervalo, incluyendo una señal altamente fiable frente a ruido proveniente de radiación permitiendo de esta manera una sensibilidad extrema en el monitoreo.

2.6.2.6 Vaisala WXT536

La estación meteorológica compacta Vaisala WXT536 (ver Figura 25) es capaz de medir precipitaciones, velocidad del viento, dirección del viento, presión atmosférica, temperatura ambiente y humedad relativa. Ofrece un amplio rango de opciones digitales de comunicación, se trata de un equipo de bajo consumo energético y alta compatibilidad con sistemas de registro de datos y telemetría.



Figura 25. Estación meteorológica Compacta Vaisala WXT536

Autor: (Vaisala©, 2021)

El diseño de este equipo precisó la implementación de un pluviómetro capaz de registrar eventos de caída de lluvia sin posible riesgo de humedecimiento, obstrucciones, inundaciones o pérdidas por evaporación. Combina un módulo PTU (medición de temperatura y humedad según HUMICAP® y medidas de presión barométrica según BAROCAP®) utiliza medidores capacitivos para cada diferente parámetro meteorológico. El diseño triangular de la unidad garantiza que el sensor entregue disponibilidad de datos a un nivel excelente, su diseño y concepción son libres de mantenimiento. El diseño compacto permite usarla fácilmente en aplicaciones permanentes o portátiles. La estación meteorológica ofrece la disponibilidad de una amplia gama de salidas de comunicación entre las cuales figuran: SDI-12, RS-485 o RS-422 y RS-232 la cual es compatible con los equipos Teledyne pertenecientes a la familia “T” previamente citados. La adición de sistemas de telemetría Metasphere mediante la conexión entre las salidas

disponibles en el dispositivo brinda la capacidad de integración a sistemas de registro de datos local y sistemas de telemetría global (Vaisala©, 2021).

2.6.3 Analizadores y equipos. Red de monitoreo pasivo-activa y de depósito

El establecimiento de equipos de medición para la red de monitoreo pasivo-activa adoptó como criterio fundamental de selección la experiencia y equipos implementados en la red de monitoreo de calidad del aire de Cuenca, el precedente garantiza el cumplimiento de los métodos de medición aprobados por EPA y consecuentemente por la NECAA. La Tabla 33 denota el número, métodos de medida, modelo y marca de los analizadores de partículas y gases que conforman REMO-A.

Tabla 33. Analizadores de Partículas y Gases utilizados en la red pasivo-activa y de depósito

Contaminante	Marca y modelo	Método de medida	Número	Puntos de vigilancia cubiertos
Material particulado PM10	Thermo Scientific/ High Vol MP10	Muestreador de alto volumen	2	2
	Adventurer Pro OHAUS	Método gravimétrico	1	2
Ozono (O3)	Thermo Scientific/ Genesis 30	Difusión pasiva; espectrofotometría UV visible con longitud de onda 442nm	1	9
Óxidos de nitrógeno (NOX)	Thermo Scientific/ Genesis 30	Difusión pasiva; espectrofotometría UV visible con longitud de onda 540nm	1	9
Dióxido de azufre (SO2)	Metrohm 930 Advanced Compact IC	Difusión pasiva; extracción y análisis por cromatografía iónica	1	9
Partículas Sedimentables	Horno Memmert	Muestreo por el método Bergerhoff	1	9
	Adventurer Pro OHAUS	Método gravimétrico	1	1

Fuente: Autor

2.6.3.1 Thermo Scientific/ High Vol VCF-MP10

El dispositivo de toma de muestras de alto volumen de la marca Thermo Scientific utiliza un sistema de flujo volumétrico controlado para el análisis de grandes volúmenes de aire en la recolección de material particulado inferior a diez micras. El denominado VCF-MP10 (Figura 26)

se encuentra protegido por una coraza, la cual garantiza que la superficie del filtro descansa en una posición horizontal. El dispositivo ha sido designado por la US EPA como un método activo de referencia RFPS-1287-063 para mediciones de MP10 (Thermo Fisher, 2020).



Figura 26. Muestreador activo Thermo-VCF-PM10

Fuente: (Thermo Fisher, 2020) (Vivar, 2014)

La selección de este dispositivo nace del estudio bibliográfico previamente desarrollado y del acercamiento con la municipalidad de Azogues, debido a que existen registros de la existencia del citado dispositivo perteneciente al período en el cual se desarrolló la “*Estrategia de prevención y control de la contaminación de aire de Azogues*” (Fundación Natura, 2009), la posibilidad de reacondicionamiento y puesta a punto significaría un rubro menos en el costo total de la implementación de la red de monitoreo.

2.6.3.2 Adventurer Pro OHAUS

La balanza Adventurer (Figura 27) ofrece un equilibrio ideal entre diferentes funciones de pesaje sin complicaciones y características novedosas incorporando así la totalidad de aplicaciones requeridas en actividades de medición avanzadas y pesajes de rutina. La interfaz de pantalla táctil a color, dos puertos USB y opciones de cumplimiento GLP/GMP se presenta como la balanza más completa en su clase (© OHAUS Latinoamerica, 2020).



Figura 27. Balanza analítica Adventurer OHAUS

Fuente: (© OHAUS Latinoamerica, 2020)

Su uso se verá destinado para el pesaje exclusivo de los filtros provenientes de los muestreadores de alto flujo de PM_{10} . Es necesario recalcar que la segunda balanza se utilizará solo para el análisis gravimétrico de partículas sedimentables, manteniendo así independencia en el pesaje con el material particulado para el cual la primera balanza estaba destinada.

2.6.3.3 Thermo Scientific/ Genesys 30

El espectrofotómetro de tipo visible (Figura 28) es capaz de lograr alta precisión y funcionalidad llevando a cabo análisis básicos y complejos, ya sea para uso investigativo o industrial. Brinda la capacidad de obtener resultados constatables de manera rápida que confirme niveles en guías de calidad en la toma de decisiones futuras. Los resultados pueden exhibirse de manera inmediata en plataformas digitales o medios impresos (Thermo Fisher, 2020). Este tipo de dispositivo permite escoger entre una longitud de onda 442nm o en su defecto una longitud de onda 540nm, ajustes necesarios en los análisis de los distintos contaminantes (ozono y óxidos de nitrógeno).



Figura 28. GENESYS™ 30 Visible Spectrophotometer.

Fuente: (Thermo Fisher, 2020)

2.6.3.5 Metrohm 930 Advanced Compact IC

El dispositivo 930 Compact IC Flex (Figura 29) se identifica como cromatógrafo iónico versátil, el cual ha sido desarrollando primando las necesidades de rutina de los usuarios. Es un aparato robusto y de fácil uso, en consecuencia resultará la mejor solución en sectores con necesidades analíticas. Su tecnología ha permitido disminuir el nivel de consumibles, el diseño evita el proceso de sustitución de filtros de jeringa o tapones, el supresor aniónico posee una vida útil garantizada de 10 años (Metrohm AG., 2020).



Figura 29. Metrohm-930 Compact IC Flex.

Fuente: (Metrohm AG., 2020)

El 930 compact se monitorea así mismo debido a que la totalidad de sus componentes son reconocidos de manera automática e inmediata, el método integra instrumentos y parámetros de manera automatizada, la comprobación de métodos y parámetros es llevada a cabo de manera permanente, los resultantes de medición son trazables a lo largo de cada paso del análisis. Si alguno de los parámetros se encontrase fuera de especificación el dispositivo lo reportará a través de un mensaje de texto (Metrohm AG., 2020)

2.6.3.6 Horno Memmert

Entre sus variadas aplicaciones el horno seleccionado ejecutará complejas series de experimentos con cargas de muestras muy sensibles. La estufa de calentamiento o secado “*tipo U*” de Memmert (ver Figura 30) brinda un proceso de regulación de temperatura acompañado de niveles de precisión, delicadeza y uniformidad incomparables (Mettmert©, 2020).



Figura 30. Horno Memmert

Fuente: (Mettmert©, 2020)

Capítulo 3: Caracterización de la red de monitoreo

3.1 Conformación de la red del monitoreo de calidad de aire para la ciudad de Azogues

Debido a la necesidad constante de recursos, la sustentabilidad de la red de monitoreo de calidad de aire de Azogues se verá fundamentada en la caracterización de un proyecto de conformación y mantenimiento relativamente sencillos. Pretende ser constituida por equipos modernos que han sido cuidadosamente seleccionados en base a modelos actualizados de dispositivos analizadores utilizados por la red de monitoreo de calidad de aire de la ciudad de Cuenca (EMOV EP, 2018, pág. 18), enfatizando su nivel de calidad y contemplando la disponibilidad de soporte técnico autorizado dentro del país.

La conformación pretende rendir alta relevancia a la cobertura espacial, sin descuidar el nivel de calidad de datos obtenidos. La ubicación final de los emplazamientos tiene el propósito de disminuir rubros generados por alquiler de espacios, uso de energía eléctrica y líneas de comunicación (teléfono e internet) al posicionar los equipos en edificaciones municipales, gubernamentales, industriales y educativas.

3.1.1 Red de monitoreo automática de (REMO-A)

La observación previa de puntos críticos de emisión mediante el uso de cuadrículas y análisis de puntos representativos puso al descubierto zonas que presentan un elevado y constante flujo vehicular. El análisis logró constatar la presencia de transporte público, privado y particular continuo desde y hacia los puntos críticos. Los sitios seleccionados se exhiben además como zonas de tráfico conflictivas en horas pico. Finalmente el análisis obtuvo tres puntos idóneos para el emplazamiento de estaciones fijas equipadas con analizadores automáticos de partículas y gases visibles en la Tabla 34. Entre los contaminantes a monitorear en esta red se encuentran: CO, NO₂, O₃, SO₂, MP_{2,5} y MP₁₀.

Tabla 34. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo automática REMO-A

Estación	Nomenclatura	Contaminante					
		CO	NO2	O3	SO2	PM2.5	PM10
Municipio	Mun	X	X	X	X	X	X
Emapal	Ema	X	X	X	X	X	X
Guapán	Gua	X	X	X	X	X	X

Fuente: Autor

El posicionamiento de los equipos se efectuará en edificaciones públicas, pertenecientes al GAD de Azogues, centros educativos, entidades y empresas, con las cuales fácilmente se podría llegar a generar convenios de cooperación. La ubicación y zona de influencia es apreciable en la Figura 31 generada en GIS.

**Figura 31.** Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la red REMO-A


Fuente: (Google-Earth©, 2021)

3.1.1.1 Estación de monitoreo automático Municipio

Se encuentra localizada junto al punto denominado “3B” establecido en la estrategia basada en cuadrículas (ver Figura 32. Estación Municipio) y se ubica en las calles Simón Bolívar y Fray Vicente Solano, los equipos pretenden localizarse en la terraza del edificio de la municipalidad aprovechando así la infraestructura eléctrica, de comunicación y seguridad que brinda la

edificación. El objetivo es situar los dispositivos de medición a una altura promedio de 15 metros con respecto a la calzada garantizando así su integridad física y funcional frente a posibles actos vandálicos o de interacción con la población, manteniendo así un nivel de impacto e invasión visual-paisajística mínimo. Las características son apreciables en la Tabla 35.

Tabla 35. Estación de monitoreo Municipio

Nomenclatura	Mun	
Edificación	Edificio de la Municipalidad de Azogues	
Vía de influencia	Calle Simón Bolívar	
TDPS de la vía	6972	
Distancia a la vía	10 metros	
Altura de instalación	12 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Sí	

Fuente: Autor

De acuerdo a la estrategia de ubicación por puntos representativos la locación representa el lugar de concentración poblacional más álgido de la ciudad, la presencia cercana de dependencias municipales de cobro y tramitología, registro civil, gobernación, consejo de la judicatura, SRI, Fiscalía, cooperativas de ahorro, crédito y bancos (del Estado, de Guayaquil, del Pacífico, Ban-Ecuador, Produbanco, cooperativa Ambato, cooperativa JEP), centros educativos tradicionales altamente poblados (unidad Educativa La Salle, Providencia, Jardín de infantes María Montessori) y equipamientos médicos (clínica Clemed, clínica Santa Marianita, consultorios médicos San Miguel), todos ubicados en un radio de un kilómetro convierten la estación “*Mun*” en el punto central y más importante de la red, lo cual es perceptible en la Figura 32.



Figura 32. Estación Municipio

Fuente: (Google-Earth©, 2021)


El análisis efectuado en el documento “*Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues*” (Jerez, 2015) determinó que las intersecciones de las calles Bolívar y Azuay posee un nivel de servicio tipo E mientras que las intersecciones de las calles avenida Ignacio Neira y calle 10 de agosto posee un nivel de servicio tipo F. Las direcciones especificadas se encuentran a escasas cuadras de la estación establecida brindando alta representatividad a esta locación.

3.1.1.2 Estación de monitoreo automático Emapal

La localización Emapal se encuentra cercana a la zona de influencia generada alrededor del punto “4B” previamente establecido en la estrategia de localización basada en cuadrículas. En primera instancia el estudio contempló el uso de la terraza del terminal terrestre de Azogues, sin embargo un análisis previo detectó la presencia de chimeneas y hornos cercanos pertenecientes a cocinas de locales de expendio de alimentos rentados en la edificación, la previa aseveración condujo a descartar la edificación totalmente como punto de medición. En consecuencia el edificio

propiedad de la empresa pública de agua potable y alcantarillado de Azogues EMAPAL EP que se encuentra ubicado entre las avenidas Ernesto Guevara y 16 de Abril posee una amplia terraza en el segundo piso con accesibilidad a infraestructura eléctrica, de comunicación y la seguridad propia de un edificio institucional como se puede apreciar en la Tabla 36. En adición a las citadas características, la distancia respecto a las vías principales de acceso (autopista, avenidas en mención) y fuentes de emisión la convierten en la locación idónea para el emplazamiento de equipos analizadores automáticos. La altura respecto a la calzada es de 12 metros, lo cual garantiza su integridad física, funcional frente a actos vandálicos o de interacción con la población conservando niveles de impacto e invasión visual-paisajística mínimo.

Tabla 36. Estación de monitoreo EMAPAL EP.

Nomenclatura	Ema	
Edificación	Edificio de la empresa de agua potable y alcantarilla EMAPAL EP	
Vía de influencia	Avenida Ernesto Guevara	
TDPS de la vía	15326	
Distancia a la vía	10 metros	
Altura de instalación	13 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Sí	

Fuente: Autor

Basados en la estrategia de ubicación por puntos representativos la ubicación seleccionada representa el segundo punto de mayor concentración poblacional y vehicular en la ciudad de Azogues debido a que figura como una ubicación en la cual converge el mayor porcentaje de viajes provenientes del Austro y norte del país, así como representa el origen del desplazamiento diario de miles de residentes provenientes de las parroquias aledañas hacia sus distintos destinos (ver Figura 33). Está por demás recalcar que los mencionados recorridos se realizan a través de las

distintas plataformas de transporte público, privado y particular, las cuales circundan y hacen uso de espacios autorizados para la alimentación, trasbordo, y llegada de pasajeros.

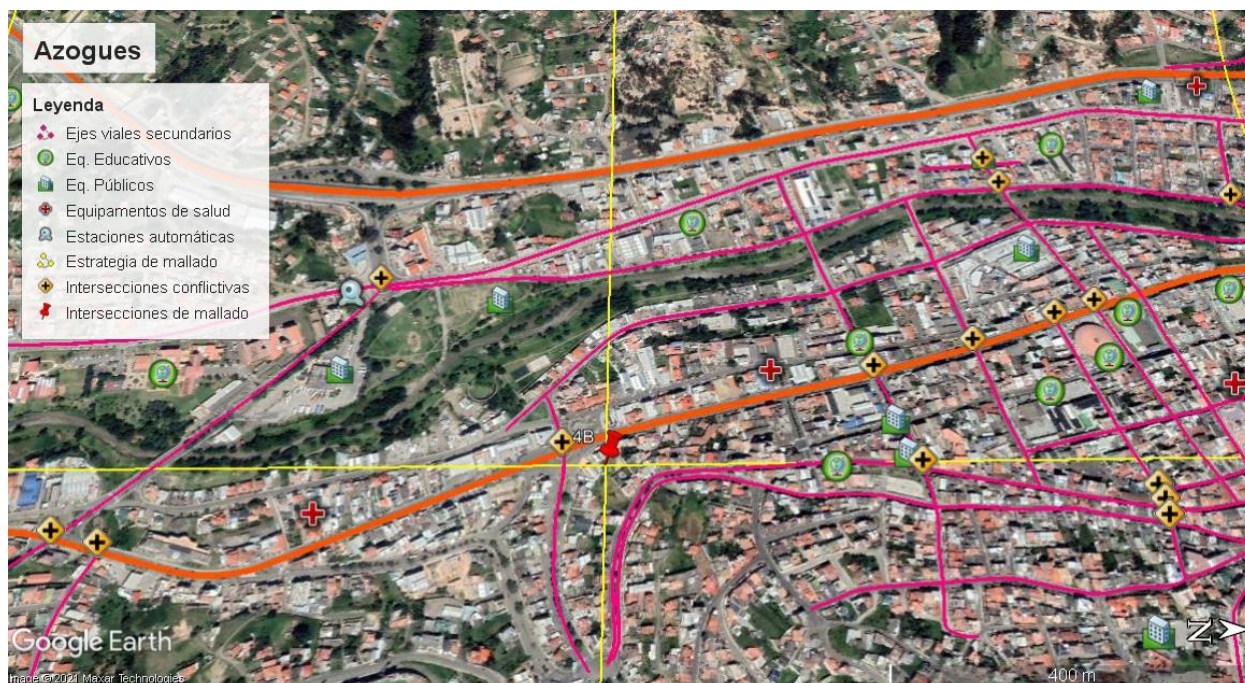


Figura 33. Estación Emapal

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

3.1.1.3 Estación de monitoreo automático Guapán

La estación Guapán se alojará en las inmediaciones del denominado punto “1B” obtenido mediante la implementación de la estrategia basada en cuadrículas previamente ejecutada. El estudio pretende la instalación de equipos de monitoreo automáticos de contaminantes primarios en paralelo y en conveniencia de la infraestructura de alimentación eléctrica, de comunicación y seguridad que posee la estación de monitoreo establecida por industrias Guapán en sus instalaciones visibles en la Tabla 37, el análisis bibliográfico efectuado en la presente investigación dio a conocer que la iniciativa y proyecto de monitoreo de industrias Guapán viene desarrollándose desde el año 2007 hasta la fecha, pudiendo así concluir que son los únicos datos existentes de calidad de aire en la totalidad de la ciudad, premisa que recalca la necesidad de la implementación de la red de monitoreo de calidad del aire.

Tabla 37. Estación de monitoreo Guapán

Nomenclatura	Gua	
Edificación	Instalaciones de la Industria Guapán	
Vía de influencia	Calle Trajano Carrasco	
TDPS de la vía	10249	
Distancia a la vía	50 metros	
Altura de instalación	13 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

La estrategia de ubicación por puntos representativos logró definir a Guapán como la parroquia que alberga la mayor zona industrial de la ciudad, este hecho ha implicado un importante crecimiento poblacional y residencial, lo cual desencadena de manera inevitable un incremento en el flujo de vehículos particulares y de transporte público-privado por la calle Trajano Carrasco, los cuales arriban hacia sus lugares de trabajo, así como individuos que abandonan su lugar de residencia hacia sus labores diarias de estudio, trabajo, compras, tramitología, por mencionar las más comunes (ver Figura 34). Si a estos antecedentes adicionamos el flujo de transporte pesado de cemento proveniente desde y hacia la fábrica obtenemos una arteria vial totalmente relevante que merece ser vigilada de manera automática y constante mediante equipos que no precisen de revisión frecuente con el propósito de respetar la autonomía de la empresa, la cual proveería la infraestructura y niveles de seguridad adecuados para la instalación de los mismos.



Figura 34. Estación Guapán

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

3.1.2 Red de monitoreo pasivo-activa (REMO-PA)

El estudio previo de puntos críticos de emisión mediante el uso de cuadrículas y análisis de puntos representativos puso al descubierto varios puntos que presentan flujo vehicular elevado y constante. El análisis logró constatar la presencia de transporte público, privado y particular desde y hacia los puntos críticos. Los sitios seleccionados figuran como zonas de tráfico conflictivas en secciones previas. Finalmente el análisis obtuvo 9 puntos idóneos para el emplazamiento de estaciones fijas equipadas con analizadores pasivos de gases y analizadores activos de material particulado distribuidos en la Tabla 38. Entre los contaminantes a monitorear en esta red se encuentran: MP_{10} , O_3 , NO_2 , y SO_2 .

Tabla 38. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo REMO-PA

Estación	Nomenclatura	Contaminantes			
		PM10	O3	NO2	SO2
Municipio	Mun		X	X	X
4 de Noviembre	Nov	X	X	X	X
San Francisco	San		X	X	X
Cementerio municipal	Cem		X	X	X
Emapal	Ema		X	X	X
Centro de atención ciudadana	Cac	X	X	X	X
Mercado de carbón y leña	Mer		X	X	X
Guapán	Gua		X	X	X
Planta de Uchupucún	Uch		X	X	X

Fuente: Autor

La red posee la capacidad de realizar el monitoreo simultaneo en nueve estaciones ubicadas en la urbanidad de la ciudad de Azogues. Las estaciones visibles a continuación en la Figura 35 han sido identificadas como zonas altamente contaminadas por fuentes móviles. Un total de tres puntos son coincidentes con la REMO-A, con la finalidad de correlacionar los datos provenientes de la misma disminuyendo de esta manera el nivel de incertidumbre entre ambas redes.

**Figura 35.** Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la red REMO-PA

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

Los dispositivos de monitoreo pasivo recolectarán concentraciones de NO₂ y SO₂ en exposiciones de 30 días, los contaminantes recolectados se analizarán en laboratorio una vez al mes, por su parte el O₃ en exposiciones de 15 días, analizándolo dos veces por mes, mientras que el material particulado será monitoreado por equipos analizadores semiautomáticos de alto volumen para la obtención de muestras durante 24 horas consecutivas de exposición analizado las toma de muestras en intervalos de seis días.

3.1.2.1 Estación de monitoreo pasivo Municipio

Se trata de una estación de monitoreo pasiva coincidente con un punto de muestreo automático, la cual recolectará contaminantes a la par de los equipos automatizados con la finalidad de correlacionar los datos entre ambos métodos de monitoreo. Su relevancia y bondades se describen a detalle en la sección 3.1.1.1

3.1.2.2 Estación de monitoreo pasivo-activa escuela 4 de noviembre

Se trata de la locación ideal más cercana al punto “3C” previamente definido por la estrategia de ubicación basada en cuadrículas, además de hallarse rodeado de varios puntos críticos de afectación como los son las edificaciones pertenecientes a equipamientos de salud y educativos establecidos a través de la estrategia de ubicación por puntos representativos. Ubicado en la zona Este de la ciudad, su posición representaría el límite de expansión urbano en aquella dirección, debido a las características geográficas del suelo, al tratarse de un sitio cardinalmente representativo el diseño de la red prevé instalar aquí uno de los dos equipos analizadores de alto flujo para material particulado.

Tabla 39. Estación de monitoreo pasivo-activa escuela 4 de noviembre

Nomenclatura	Nov	
Edificación	Escuela 4 de Noviembre	
Vía de influencia	Calle Miguel Heredia	
TDPS de la vía	3492	
Distancia a la vía	10 metros	
Altura de instalación	14 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

La terraza con una elevación de 14 metros sobre la calzada perteneciente al plantel educativo “Cuatro de Noviembre” ubicado en las calles Miguel Heredia y Padre Armando Fajardo (ver Tabla 39) brinda acceso a infraestructura eléctrica y comunicación, además de un alto nivel de seguridad debido a que la interacción con los infantes esté limitada en vista que los educandos no poseen acceso a esta sección del establecimiento.

3.1.2.3 Estación de monitoreo pasivo santuario San Francisco

Se define como el núcleo de la parroquia urbana, situado en la mitad de la recta formada entre los puntos 3B y 4C previamente establecidos mediante la estrategia basada en cuadrículas, por su parte el análisis de puntos representativos considera de alta relevancia esta locación debido a su elevación con respecto al resto de la ciudad, la densidad poblacional presente en el área y las vías de acceso provenientes del sector el Calvario, Bayas y comunidades orientales del cantón, convierten a San Francisco en un punto de comunicación y tránsito vehicular relevante inclusive los fines de semana, días en los cuales el flujo vehicular tiende normalmente a disminuir en el resto de puntos del estudio.

Tabla 40. Estación de monitoreo pasiva San Francisco

Nomenclatura	San Santuario	
Edificación	Franciscano Virgen de La Nube	
Vía de influencia	Calle San francisco	
TDPS de la vía	3900	
Distancia a la vía	40 metros	
Altura de instalación	15 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

El santuario Franciscano (ver Tabla 40) posee zonas de ingreso limitado al público como las terrazas junto a las torres del campanario elevadas aproximadamente 14 metros sobre la calzada, estos sitios se convierten en puntos seguros, con acceso a infraestructura eléctrica y de comunicación para los equipos aquí emplazados, posee además distancias con respecto a las vías idóneas para su funcionamiento.

3.1.2.4 Estación de monitoreo pasivo cementerio municipal

La edificación cuenta con un nivel de seguridad aceptable y espacios limitados al acceso público como lo son las terrazas de los nichos centrales equipadas con infraestructura eléctrica, la estructura a fijar y los dispositivos que alojará no representan elementos de gran impacto visual para los visitantes como podremos apreciar en las características establecidas en la Tabla 41.

Tabla 41. Estación de monitoreo pasivo Cementerio municipal

Nomenclatura	Cem	
Edificación	Cementerio Municipal	
Vía de influencia	Avenida Rumiñahui	
TDPS de la vía	13950	
Distancia a la vía	10 metros	
Altura de instalación	14 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

En primera instancia la presente ubicación fue considerada mediante la estrategia basada en cuadrículas debido a su cercanía con respecto al punto “4B”, en segundo lugar se valoró el criterio formado a través de la estrategia de ubicación por puntos representativos, ya que figura como una zona de transferencia, comunicación y acceso de gran importancia puesto que en el acceso principal de la edificación convergen las vías Galo Plaza Lazo, la cual es la arteria primaria de comunicación del sector Zhirincay con la urbe de la ciudad, la avenida Gonzales Suárez que acoge el tráfico proveniente y dirigido al sector de San Marcos, además de los vehículos que se dirigen a realizar la matriculación vehicular y los funcionarios que laboran en la unidad de movilidad de la municipalidad, se le puede atribuir también el flujo de tránsito que atraviesa la avenida Rumiñahui que comunica la parroquia San Francisco con la urbe, sin desmerecer la corriente vehicular proveniente del centro urbano por la calle Simón Bolívar y finalmente y no menos importante la circulación frecuente por la Avenida de los Alcaldes.

3.1.2.5 Estación de monitoreo pasivo Emapal

Se trata de una estación de monitoreo pasivo-activa coincidente con un punto de muestreo automático, la cual recolectara contaminantes a la par de los equipos automatizados con la

finalidad de correlacionar los datos entre ambos métodos de monitoreo con la finalidad de disminuir la incertidumbre entre los dos distintos métodos de monitoreo. Su relevancia y bondades se describen a detalle en la sección 3.1.1.2

3.1.2.6 Estación de monitoreo pasivo-activa Centro de atención ciudadana

La terraza del edificio ubicada a 14 metros sobre la calzada provee de un lugar seguro sin contacto con transeúntes, de bajo impacto visual y con acceso a infraestructuras de alimentación eléctrica y comunicación. Las características se especifican en la Tabla 42 a continuación.

Tabla 42. Estación de monitoreo pasivo-activa Centro de atención ciudadana

Nomenclatura	Cac	
Edificación	Edificio del Centro de Atención Ciudadana (ministerio del ambiente)	
Vía de influencia	Avenida 16 de abril	
TDPS de la vía	13130	
Distancia a la vía	15 metros	
Altura de instalación	15 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	SI	

Fuente: Autor

Su localización la convierte en el punto de observación tipo “*Kerbside*” debido a su distancia con respecto a las vías de circulación y su cercanía al punto “3A” generado en la estrategia basada en cuadrículas, por consiguiente la estrategia de ubicación por puntos representativos destaca su contigüidad a la autopista Azogues-Cuenca-Biblián, establecida como la vía de comunicación y paso más transitada según el presente análisis, a lo largo de la cual se ha constituido el patrón de crecimiento longitudinal de la ciudad de Azogues. Sin minimizar la influencia de la intersección entre la Avenida 16 de abril y Luis M. González la cual figura como una intersección conflictiva

localizada dentro de las especificaciones de distancia con respecto a vías requeridas. Las características citadas la transforman en el punto idóneo para la instalación de los equipos de monitoreo de calidad del aire.

El análisis efectuado en el documento “Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues” (Jerez, 2015) determinó que las intersecciones de las calles avenida 16 de abril y calle Luis M. Gonzáles posee un nivel de servicio tipo F. La dirección especificada se encuentra a 150 metros de la estación establecida brindando alta representatividad a esta locación.

3.1.2.7 Estación de monitoreo pasivo mercado de carbón y leña

El relativamente nuevo mercado de carbón y leña de la ciudad de Azogues figura como una edificación perteneciente a la municipalidad implantada en las cercanías del punto “2A” resultante de la estrategia basada en cuadrículas previamente aplicada, la misma posee una ubicación destacable según la estrategia de ubicación por puntos representativos debido a su distancia con la intersección de calles Oswaldo Idrovo y Humberto Vicuña Novillo consideradas como conflictivas.

Tabla 43. Estación de monitoreo pasiva mercado de carbón y leña.

Nomenclatura	Mer	
Edificación	Mercado municipal de carbón y leña	
Vía de influencia	Calles Oswaldo Idrovo	
TDPS de la vía	4872	
Distancia a la vía	200 metros	
Altura de instalación	14 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

Además de su cercanía con la avenida Alberto Ochoa o E35, en la cual recae gran parte del flujo de transporte proveniente y con destino hacia el norte del país, principalmente las ciudades de Biblián, Cañar y el Tambo (ver Tabla 43). La vía en cuestión también alberga los viajes generados en el terminal de transferencia, la parroquia Guapán y Chacapamba. La edificación cuenta con los elementos de seguridad necesarios para garantizar la integridad de los equipos de toma de muestra permitiendo el acceso solamente a personal autorizado. La altura de la terraza principal está establecida a 12 metros sobre la calzada y posee acceso a alimentación eléctrica.

El análisis efectuado en el documento “*Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues*” (Jerez, 2015) determinó que las intersecciones de las calles Humberto Vicuña y calle Ariosto Muños posee un nivel de tráfico tipo “F”. La dirección citada se encuentra aproximadamente a 600 metros de la estación seleccionada obteniendo alta representatividad de esta locación.

3.1.2.8 Estación de monitoreo pasivo Guapán


Se trata de una estación de monitoreo pasivo coincidente con un punto de muestreo automático, la cual recolectará contaminantes a la par de los equipos automatizados con la finalidad de correlacionar los datos entre ambos métodos de monitoreo. Su relevancia y bondades se describen a detalle en la sección 3.1.1.3

3.1.2.9 Estación de monitoreo pasivo planta de tratamiento Uchupucún

Perteneciente a la empresa pública Emapal E.P. la edificación se encuentra establecida en paralelo a la vía de acceso y salida principal al sector de Uchupucún (ver Tabla 44), la locación se encuentra a escasas cuadras del punto “2C” resultante de la previa implementación de la estrategia basada en cuadrículas, por su parte la estrategia de ubicación por puntos representativos destaca el elevado nivel de tránsito perceptible en horas pico en la intersección de las calles Alfonso Vintimilla

Lituma e Ingapirca, lo cual garantiza el alto flujo de contaminantes en la zona, en consecuencia el análisis lo señaló como un lugar relevante en la localización de estaciones de monitoreo.

Tabla 44. Estación de monitoreo pasiva planta de tratamiento Uchupucún

Nomenclatura	Uch	
Edificación	Planta de tratamiento de Uchupucún	
Vía de influencia	Calle Alfonso Vintimilla Lituma	
TDPS de la vía	4916	
Distancia a la vía	10 metros	
Altura de instalación	12 metros con respecto a la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	Si	

Fuente: Autor

El acceso restringido a la planta de tratamiento de agua potable garantiza los niveles de seguridad requeridos por los aparatos de toma de muestras, y su interacción con la población e impacto visual se hallan prácticamente descartados. El acceso a corriente eléctrica y comunicación en las instalaciones es un hecho. Se propone ubicar los equipos a una altura de 14 metros sobre la calzada.

3.1.3 Red de monitoreo de depósito (REMO-D)

La red de monitoreo de depósito está encaminada al análisis exclusivo de partículas sedimentables y posee un punto de medición ubicado en la parte más alta de la zona de influencia demarcada como urbana en la ciudad Azogues (ver

Tabla 45). Las concentraciones y sus porcentajes se establecerán mediante análisis gravimétrico luego de cada 30 días de exposición según lo establecido en la NECAA.

Tabla 45. Distribución de Analizadores en la Red de monitoreo de depósito REMO-D


Estación	Nomenclatura	Contaminantes
		PS
Cerro Abuga	Abu	X

Fuente: Autor

3.1.3.1 Estación de monitoreo de depósito cerro Abuga

Alojado dentro de la zona de influencia y cercanía al punto “1C” la estación denominada “Abu” presenta características favorables en lo que respecta a infraestructura y seguridad para el emplazamiento de los dispositivos de adquisición de muestras. Su único punto y descripción se encuentra detallado en la Tabla 46.

Tabla 46. Estación de monitoreo de depósito cerro Abuga

Nomenclatura	Abu	
Edificación	Iglesia de la Virgen del Abuga	
Altura de instalación	14 metros sobre la calzada	
Seguridad	Si	
Electricidad	Si	
Comunicación	No	

Fuente: Autor

Representa el punto en la zona Este más alto, ventoso y alejado de la ciudad visible en la Figura 36, la dirección de viento predominante analizada con anterioridad es coincidente con este sitio, razón por la cual podría existir predominancia de partículas sedimentables debido al fenómeno de “scavenging” (arrastre por corrientes de viento) al cual este contaminante se encuentra comúnmente expuesto. La distribución de los puntos de monitoreo además de contemplar los puntos más álgidos de contaminación, trata de lograr la mayor cobertura espacial posible del sector urbano como lo podemos apreciar en la Figura 37. De esta manera la interrelación de la red de monitoreo con la ciudad pretende anticipar la cobertura requerida por la inevitable expansión habitacional de la urbe hacia las distintas fronteras del cantón producto de su normal crecimiento poblacional en los años venideros.

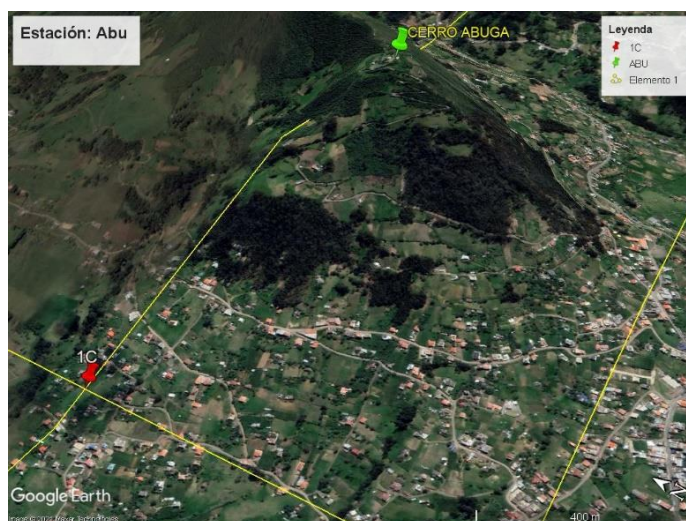


Figura 36. Estación Abuga

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

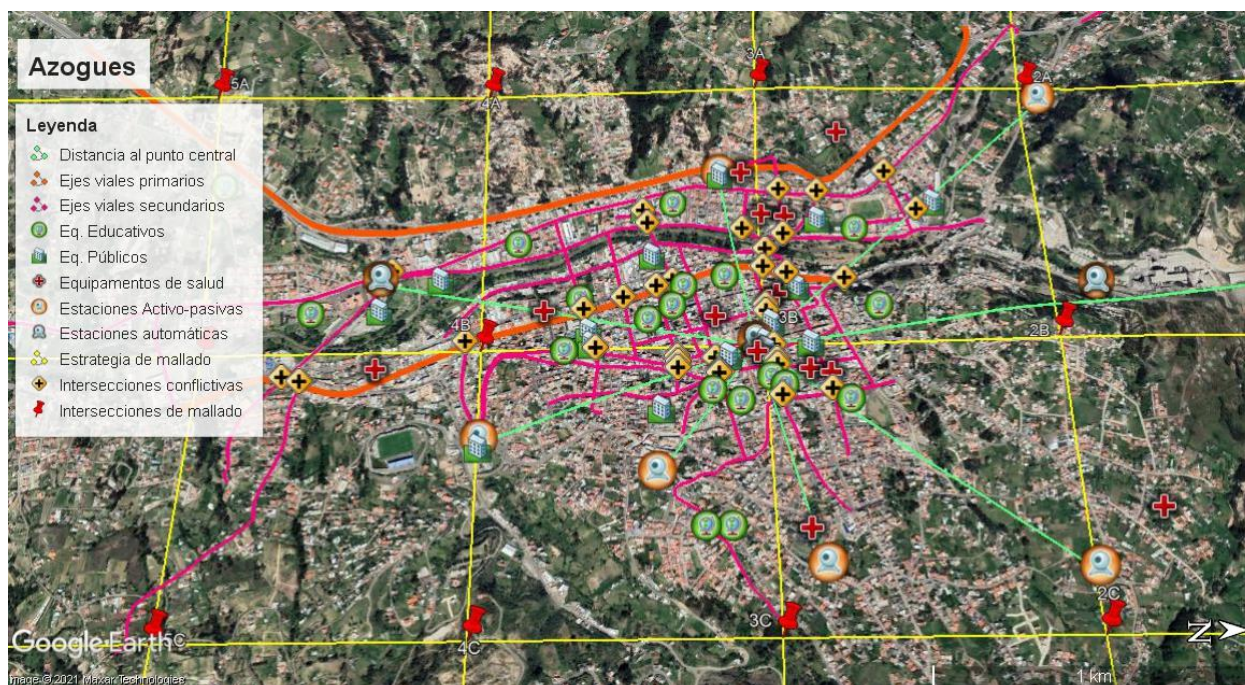


Figura 37. Interrelación de la red de monitoreo y la geografía de la ciudad

Fuente: (Google-Earth©, 2021)

3.1.4 Costo aproximado de implementación

Los costos expuestos en la Tabla 47 deben considerarse como rubros estimados debido a que la importación de los equipos y su volumen están expuestos a tarifas arancelarias de importación que varían con respecto al tiempo de entrega, disponibilidad y actualizaciones.

Tabla 47. Costos aproximados de implementación

Equipo o elemento	Cantidad	Costo aproximado unitario	Costo aproximado total
Thermo Scientific/ 5821i	3	US \$ 15.000	US \$ 45.000
Teledyne T400	3	US \$ 15.000	US \$ 45.000
Teledyne T200	3	US \$ 15.000	US \$ 45.000
Teledyne T100	3	US \$ 15.000	US \$ 45.000
Teledyne T300	3	US \$ 15.000	US \$ 45.000
Vaisala WXT536	1	US \$ 5.000	US \$ 5.000
Thermo-Scientific/High-Vol MP10	2	US \$ 3.000	US \$ 6.000
Adventurer Pro OHAUS	2	US \$ 1.000	US \$ 2.000
Thermo-Scientific/Genesis 30	2	US \$ 2.000	US \$ 4.000
Metrohm 930 Advanced Compact IC	1	US \$ 10.000	US \$ 10.000
Consumibles para 1 año (Filtros, cintas, porta tubos, tubos de análisis, etc.)	1	US \$ 15.000	US \$ 15.000
Costos externos de laboratorio para 1 año	1	US \$ 8.000	US \$ 8.000
Corazas de protección y estructuras de posicionamiento	1	US \$ 18.000	US \$ 18.000
Infraestructura de incorporación hacia infraestructura eléctrica y de comunicación	1	US \$ 12.000	US \$ 12.000
Vehículo y combustible para el transporte de muestras e insumos	1	US \$ 25.000	US \$ 25.000
Total aproximado			US \$ 330.000.00

Fuente: Autor

Los costos de implementación actuales no contemplan los requerimientos de personal calificado necesario para operar la red debido a que la cantidad de puestos de trabajo asignados al departamento en cuestión y su designación dependen en su totalidad de la administración municipal y las partidas de trabajo disponibles en la institución.

4.1 Conclusiones

- La investigación bibliográfica llevada a cabo en la parte inicial de proyecto permitió establecer el criterio científico fundamental sobre fuentes emisoras de contaminantes, factores físicos y químicos que intervienen en la combustión, el comportamiento natural de los contaminantes primarios en la atmósfera y las técnicas de monitoreo necesarias normalizadas en el proceso de obtención de datos fiables representativos con respecto a: material particulado, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas sedimentables.
- La caracterización geográfica de la ciudad de Azogues fundamentó su análisis mediante la implementación de técnicas reguladas en la identificación de puntos críticos de emisión y afectación, como resultado se logró establecer las zonas más propensas a presentar niveles de contaminantes que infringen la NECAA provenientes en esencia de fuentes móviles y su alto flujo coincidente con los ejes viales principales y puntos conflictivos de tránsito del casco urbano de la ciudad, destacando el creciente inventario vehicular en el cual el transporte público y privado posee una participación destacable debido a la vejez de sus flotas y el evidente patrón de contaminación que implica su circulación diaria por la urbe.
- El establecimiento de equipos de monitoreo precisó un previo análisis sobre el registro histórico de contaminantes primarios que hayan infringido niveles de contaminación determinados por la normativa nacional en la ciudad de Azogues, con el propósito de especificar la distribución del tipo analizadores (automáticos, pasivos, activos y de depósito) requeridos en virtud del nivel de registros previamente expuestos. La selección de marcas y modelos estuvo primordialmente influenciada por el inventario de dispositivos de monitoreo y equipos analizadores de muestras pertenecientes a la red de monitoreo de

calidad de aire de la ciudad de Cuenca. Los cuales han demostrado cumplir con los métodos de análisis normalizados en la NECAA evidenciando un desempeño fiable acompañado de una larga vida útil, soporte técnico y disponibilidad de consumibles (filtros, reactivos, repuestos). Además la caracterización de la red de monitoreo ejecutada requirió un análisis de la cercanía y representatividad de las edificaciones y emplazamientos elegidos con respecto a los puntos establecidos mediante las técnicas de ubicación por cuadrículas y puntos representativos, considerando que los sitios satisfagan las consideraciones relativas y finales que contemplan el acceso a la infraestructura necesaria para el emplazamiento idóneo y a largo plazo de los equipos de toma de muestras requeridos por la red de monitoreo.

4.2 Recomendaciones

- Proyectar la futura creación de una red de monitoreo de calidad de aire dentro de los planes de control establecidos por la revisión técnica vehicular próxima a implementarse en el Cantón, debido a que el sistema figuraría como el único elemento calculador del impacto positivo previsto a partir de las observaciones y correcciones detectadas en los sistemas de combustión de las fuentes móviles que circundan la urbe.
- Aprovechar los estudios ya efectuados y los equipos previamente adquiridos en el establecimiento de un organismo de control de calidad del aire para la ciudad de Azogues como parte de la infraestructura tecnológica requerida para su correcto funcionamiento.
- No descuidar los índices de la calidad del aire de la ciudad de Azogues, ya que se evidenció que se trata de un poblado propenso a infringir los niveles establecidos por la NECAA debido a la conformación de su estructura vial y parque vehicular.
- Impulsar a la ciudadanía en el uso de alternativas de transporte organizado, disminuyendo así el uso indebido del creciente parque vehicular de tipo *particular*, el cual figura como uno de los puntos de presión primarios en lo que respecta a fuentes primarias de contaminación.

Bibliografía

- © OHAUS Latinoamerica. (17 de Diciembre de 2020). *OHAUS*. Obtenido de <https://mx.ohaus.com/es-mx/adventureranalytical-16>
- Bosch, R. (1996). *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverté.
- Bureau Veritas Formación. (2008). *Manual Para la Formación en medio ambiente*. Valladolid: Lex Nova.
- Cárdenas Sánchez, E. (2005). AZOGUES, PATRIMONIO CULTURAL DEL ECUADOR. *Arquitectura y Urbanismo 2005,XXV(1)*. Azogues: Redalyc.
- Dirección-de-Ambiente. (2019). *Memoria de Gestión Ambiental*. Guayaquil: Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.
- E. Roberts Alley, a. A. (2001). *Manual de control de calidad del aire*. México Distrito Federal: McGraw Hill.
- El-Tiempo. (17 de Marzo de 2009). *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/region/12/uga-desarrolla-plan-para-mejorar-la-calidad-del-aire>
- EMOV EP. (2018). *Informe de Calidad Aire Cuenca 2018*. Cuenca: Cuenca Alcaldía,.
- EMOV-EP., A. D. (2011). *Informe de la calidad del aire, año 2011*. Cuenca: Alcaldía de Cuenca.
- Fundación Natura. (2009). *El Programa Calidad del Aire Ecuador; una utopía hecha realidad (Acciones, resultados, efectos y aprendizajes 1999 - 2009)*. Quito: Natura.
- Fundación Natura. (2009). *Estrategia de prevención y control de la contaminación de aire de Azogues*. Azogues: Natura.
- Google-Earth©. (16 de 06 de 2021). Google-Earth-Pro.
- Google-Maps©. (05 de Agosto de 2021).

- Jerez, M. (2015). *Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Lau, J. (03 de Septiembre de 2020). *Google Maps*. Obtenido de <https://blog.google/products/maps/google-maps-101-how-ai-helps-predict-traffic-and-determine-routes/>
- Martínez, A. P., & Romieu, &. I. (1997). *Introducción al Monitoreo Atmosférico*. México DF: OPS-GTS.
- Mastern, M. L. (2004). *Ingeniería y ciencias ambientales*. México SA de CV: McGraw-Hill Interamericana.
- Memmert©. (17 de Diciembre de 2020). *memmert GmbH + Co.KG – Alle Rechte vorbehalten*. Obtenido de <https://www.memmert.com/es/el-producto/estufas-estufas-de-secado/estufa-universal/#!filters=%7B%7D>
- Metrohm AG. (10 de Diciembre de 2020). *Metrohm*. Obtenido de <https://www.metrohm.com/es/productos/cromatografia-ionica/930-compact-ic-flex/>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2010). *Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire*. Bogotá: Ministerio del Ambiente-Colombia.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Inventario de Emisiones en las ciudades de Loja, Azogues, Babahoyo y Quevedo Año Base 2010*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio-del-Ambiente. (2010). *Plan Nacional de la Calidad de Aire*. Quito: República del Ecuador.
- Ministerio-del-Ambiente. (2011). *Acuerdo No. 50*. Quito: Presidencia de la República.

- Municipalidad de Azogues. (2010). *Informe de actividades del proyecto monitoreo atmosférico de la calidad del aire de la ciudad de Azogues año 2009*. Cuenca: Municipio de Azogues.
- Municipalidad de Azogues. (2011). *Informe de actividades del monitoreo atmosférico de calidad del aire de la ciudad de Azogues año 2010*. Cuenca: Municipio de Azogues.
- Municipalidad de Azogues. (13 de 03 de 2015). *Diagnóstico - Plan del buen vivir y ordenamiento territorial*. Obtenido de Sistema Nacional de Información: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0360000230001_PBV_OT%20AZOGUES%202015_13-03-2015_15-19-54.pdf
- National Research Council. (2000). *Highway Capacity Manual HCM2000*. Washington D.C.: National Academy of Science.
- OMS. (Diciembre de 1997). *World Health Organization*. Obtenido de Guías para la Calidad del Aire: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>
- OMS. (Diciembre de 1997). *World Health Organization*. Obtenido de Guías para la Calidad del Aire: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>
- OMS. (18 de Octubre de 2005). *World Health Organization*. Obtenido de Guías de calidad del aire actualización mundial.: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/
- Orozco, C., & Barranetxea, A. P. (2003). *Contaminación Ambiental Una Visión desde la Química*. Madrid: Paraninfo.
- Peñafiel, M. (2019). *Estimación de un inventario de emisiones de fuentes móviles terrestres para la ciudad de Azogues aplicando el modelo internacional de emisiones vehiculares*. Cuenca: Universidad del Azuay.

PNUMA, F. -M. (2008). *Geo Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente*. Quito: Flacso-Sede Ecuador.

PNUMA/OMS, 2. (1994). *Manuales de Metodología GEMS/Aire* . Obtenido de Volumen 1. Aseguramiento de la calidad en el monitoreo de la calidad de aire urbano: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=manuales-materiales-entrenamiento-9835&alias=44639-manuales-metodologia-gems-aire-volumen-1-aseguramiento-calidad-monitoreo-calidad-aire-urbano-1994-639&Itemid=270&lang=es

Radian International, L. (1997). *Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México*. En L. Radian International, *Volumen II - Fundamentos de Inventarios de Emisiones Final*. Sacramento CA: Radian International LLC.

Rafael Cal, M. R. (2007). *Ingeniería de tránsito*. México D.F.: Alfaomega.

Teledyne Technologies Incorporated ©, 2. (10 de Diciembre de 2021). *TELEDYNE API*. Obtenido de <http://www.teledyne-api.com/>

Thermo Fisher, S. (10 de Diciembre de 2020). *Scientific Thermo Fisher*. Obtenido de <https://www.thermofisher.com/ec/en/home/brands/thermo-scientific.html>

Thermo Fisher, S. (08 de Junio de 2021). *Scientific Thermo Fisher*. Obtenido de <https://www.thermofisher.com/ec/en/home/brands/thermo-scientific.html>

Vaisala©. (17 de 06 de 2021). *Vaisala.com*. Obtenido de <https://www.vaisala.com/es/products/instrumentos-sensores-y-otros-dispositivos-de-medicion/estaciones-meteorologicas-y-sensores/wxt530>

Vázquez Arquitectos. (2021). *EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA Y MODELO DE GESTIÓN PARA EL CENTRO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR DE AZOGUES.*

Azogues: Municipalidad de Azogues.

Vivar, E. (2014). *CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y SU EFECTO TOXICOLÓGICO-AMBIENTAL, EN LA CIUDAD DE AZOGUES.* Cuenca-Ecuador:

Universidad de Cuenca.













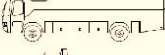
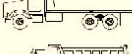


Weather-Spark. (16 de 04 de 2020). *es.Weather Spark.com.* Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/20017/Clima-promedio-en-Azogues-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zimmerman, J. R.-J. (2011). *Ingeniería Ambiental (Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño).*

Ciudad-de-México: Alfaomega.

Anexos

Formato para la adquisición del aforo vehicular

Universidad Politécnica Salesiana Análisis de volumen de tráfico en la ciudad de Azogues Formato para determinar aforo vehicular																																																																																																																																												
Fecha:		Hora inicio		Hora fin																																																																																																																																								
Calle principal											Intersección																																																																																																																																	
Motocicletas  	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total																																																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
Livianos   <small>Sedan Coupe</small>    <small>Hatchback Crossover Station wagon</small>   <small>SUV Minivan</small>   <small>Van Pickup</small>	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
Pesados     	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>												<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																															
Observaciones																																																																																																																																												