



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

ANÁLISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATÉGICOS,

DE LA ZONA URBANA DE MANTA.

AUTORES:

GANCHOZO FRANCO DARWIN ENRIQUE

ZAVALA CHANCAY ANTHONY ALEXANDER

TUTOR:

ARQ. ZAMBRANO LOOR ARMANDO RAMIRO, MG.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Darwin Enrique Ganchozo Franco, legalmente matriculado en la carrera de Arquitectura, período académico 2026.1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del Proyecto de Investigación es “ANALISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATEGICOS DE LA ZONA URBANA DE MANTA”.

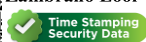
La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 23 de julio de 2026.



Armando Ramiro
Zambrano Loor



Arq. Armando Zambrano Loor, Mg
Tutor de Tesis

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Anthony Alexander Zavala Chancay, legalmente matriculado en la carrera de Arquitectura, período académico 2026.1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del Proyecto de Investigación es “ANALISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATEGICOS DE LA ZONA URBANA DE MANTA”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 23 de julio de 2026.



Arq. Armando Zambrano Loor, Mg
Tutor de Tesis

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber revisado el Trabajo de Titulación desarrollado bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, titulado: **"ANÁLISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LA ZONA URBANA DE MANTA"**, internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo, APRUEBO que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, metodológicos, científicos y formales, suficientes para proceder con el proceso de defensa y sustentación ante el tribunal correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salva disposición de Ley en contrario.
En la ciudad de Manta, a los trece días del mes de agosto de dos mil veintiséis.



Arq. Tatiana Gabriela Cedeño Delgado

C.C: 1312042326

Tribunal 1



Arq. Abel Emilio Quimis Chilán

C.C: 1305965590

Tribunal 2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Ganchozo Franco Darwin Enrique con CC: 1351568199, autor del presente Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, denominado **“ANÁLISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LA ZONA URBANA DE MANTA”**, declaro que el contenido desarrollado es de mi autoría y responsabilidad académica, el cual fue realizado bajo la dirección del tutor Arq. Zambrano Looor Armando Ramiro, Mg.

Asimismo, certifico la originalidad del trabajo presentado, el cual ha sido elaborado en base a la recopilación de fuentes bibliográficas y técnicas debidamente citadas. Declaro que se han respetado las normas éticas y académicas vigentes en la elaboración de este proyecto, reconociendo y referenciando adecuadamente los aportes de los autores consultados.

En la ciudad de Manta, a los siete días del mes de agosto de dos mil veintiséis.



Ganchozo Franco Darwin Enrique

C.I. 1351568199

Autor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Zavala Chancay Anthony Alexander con CC: 1314374867, autor del presente Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, denominado **“ANÁLISIS DE VARIABLES AMBIENTALES EN PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LA ZONA URBANA DE MANTA”**, declaro que el contenido desarrollado es de mi autoría y responsabilidad académica, el cual fue realizado bajo la dirección del tutor Arq. Zambrano Loor Armando Ramiro, Mg.

Asimismo, certifico la originalidad del trabajo presentado, el cual ha sido elaborado en base a la recopilación de fuentes bibliográficas y técnicas debidamente citadas. Declaro que se han respetado las normas éticas y académicas vigentes en la elaboración de este proyecto, reconociendo y referenciando adecuadamente los aportes de los autores consultados.

En la ciudad de Manta, a los siete días del mes de agosto de dos mil veintiséis.



Zavala Chancay Anthony Alexander

C.I. 1314374867

Autor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, primeramente, a Dios, por ser mi fuente de fortaleza, por guiar mis pasos en cada momento lleno de retos, para así culminar esta gran etapa en mi vida.

A mis Padres, por su amor incondicional, por su enorme esfuerzo que hacen cada día, los cuales han sido la base de cada uno de mis logros. Les agradezco por enseñarme el valor de la perseverancia, la humildad y la responsabilidad. Gracias por el apoyo incondicional y la confianza que siempre depositaron en mí.

A mis dos hermanos mayores, quienes han sido ejemplo de fortaleza, mostrando el buen camino con sus experiencias, por sus consejos y por el apoyo que siempre me han brindado en cada etapa de mi vida.

A toda la Familia Ganchozo Mendoza, por brindarme su compañía, consejos, apoyo constante, el cariño y la confianza que me han dado la fuerza para superar todos los desafíos y alcanzar esta meta. En especial a mi tía Mercedes y a mi Mami Tere, quienes partieron de este mundo, pero permanecen siempre en mi corazón, les dedico este trabajo, porque creyeron en mí incluso antes de que yo mismo lo hiciera, gracias a sus palabras de motivación, siguen siendo la fuerza que me impulsa adelante.

A mis docentes, quienes con paciencia y conocimiento guiaron mi formación y despertaron en mí el compromiso del aprendizaje y la investigación.

Finalmente, dedico este trabajo a mí mismo, por la disciplina y la pasión que me han permitido llegar hasta aquí, demostrando que cada meta es alcanzable con mucho esfuerzo.

Ganchozo Franco Darwin Enrique

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, el guio mi camino y me dio la oportunidad de avanzar un paso más en el gran camino de la vida. A mis padres y toda mi familia.

A mis amigos, quienes compartieron conmigo largas jornadas de estudio, desvelo y proyectos que parecían imposibles. Gracias por las ideas compartidas y por el apoyo mutuo en cada entrega y cada reto académico. Este trabajo también es fruto de esas conversaciones, de las críticas constructivas y de la motivación que siempre encontré en ustedes.

Más que compañeros, han sido una familia en este camino universitario, y por eso les expreso mi más sincero agradecimiento.

A mi compañero Anthony Zavala, por compartir conmigo este reto con compromiso, esfuerzo y dedicación. Gracias por las largas horas de planificación, por las ideas aportadas y por la paciencia en los momentos más complejos del proyecto.

Agradezco a nuestro tutor Arq. Armando Zambrano por su orientación, su guía basada en criterios lógicos y argumentativos que permitían la comunicación participativa, y gracias al Ing. Gabriel Salvatierra por proporcionar las herramientas indispensables y el funcionamiento técnico para lograr el objetivo del tema de aprendizaje.

Finalmente, gracias a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, y a todos los docentes de la carrera que me brindaron el conocimiento requerido para mi formación como futuro profesional.

Ganchozo Franco Darwin Enrique

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación de titulación, fruto de años de aprendizaje y perseverancia, principalmente a Dios por haberme permitido llegar a estas instancias de la vida, dándome salud, conocimiento y bienestar.

A mi padre, Carlos Zavala, por ser un ejemplo de honestidad, trabajo y disciplina, por enseñarme que los sueños se construyen con esfuerzo constante, que antes de tomar una decisión hay que pensarla con cabeza fría, y que no existe ninguna meta inalcanzable cuando se tiene voluntad. A mi madre, Reina Chancay, por su amor incondicional, por tu paciencia y estar siempre presente en cada paso de mi vida, gracias por esas palabras de aliento que me dabas en momentos de duda y por nunca dejar de creer en mí, incluso cuando yo dudaba. Ambos formaron un pilar fundamental en este largo camino que he recorrido y que me ha llevado hasta aquí. Este logro también es de ustedes

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida y mi motivación constante, gracias por creer en mí, por su cariño incondicional y por estar presentes en cada etapa de este proceso, celebrando mis logros y apoyándome en los momentos difíciles, su ejemplo, su compañía y su aliento han sido una fuerza invaluable para alcanzar esta meta.

Zavala Chancay Anthony Alexander

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la salud, la fortaleza y la sabiduría para poder superar cada obstáculos presentado durante este proceso.

A mi familia, especialmente a mis padres y hermanos, quienes fueron mi motor y sostén emocional durante toda la carrera, gracias por su comprensión en las noches de desvelo, por su apoyo en los momentos de estrés y por celebrar conmigo cada pequeño y gran logro.

A mi compañero Darwin Ganchozo, por su compromiso, dedicación y trabajo en equipo durante todo este proceso, gracias por compartir conmigo desvelos, las ideas, los desacuerdos superados y los logros alcanzados juntos.

A nuestro asesor de tesis, Arq. Armando Zambrano, por su dedicación, paciencia y disposición constante para guiarme durante el desarrollo de esta investigación, sus conocimientos, observaciones y consejos fueron fundamentales para enriquecer este trabajo y para mi crecimiento como futuro arquitecto. Finalmente, mi profundo agradecimiento también a todos los docentes de la carrera de Arquitectura, quienes a lo largo de mi formación académica compartieron generosamente sus conocimientos, experiencias y pasión por esta hermosa profesión.

Zavala Chancay Anthony Alexander

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	21
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
2.1 Marco Contextual	23
2.2 Formulación del Problema.....	24
2.2.1 Problema central asociado al objeto de estudio	25
2.2.2 Subproblemas asociados al objeto de estudio	25
2.3 Definición del Objeto de Estudio	26
2.3.1 Objeto de estudio	26
2.3.2 Delimitación Espacial	26
2.3.3 Delimitación Temporal	28
2.4 Campo de Acción del Objeto de Estudio	30
2.5 Objetivos.....	30
2.5.1 Objetivo General	30
2.5.2 Objetivos Específicos.....	30
2.6 Idea a Defender del Proyecto	31
2.7 Justificación.....	31
2.7.1 Justificación Ambiental	31
2.7.2 Justificación Social.....	32
2.7.3 Justificación Urbana - Arquitectónica	32
2.7.4 Justificación Académica	33
2.7.5 Justificación Institucional	33
2.8 Operacionalización de Variables	34
2.8.1 Variable Independiente	34
2.8.2 Variable Dependiente	35
2.9 Tareas Científicas Desarrolladas	36
2.9.1 TCI: Revisión bibliográfica y análisis crítico sobre variables ambientales.....	36

2.9.2 TC2: Elaboración del diseño metodológico de análisis paramétrico técnico del dispositivo ELLySIO.....	36
2.9.3 TC3: Determinación del Diagnóstico y Resultados de la Investigación.....	36
3. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL Y LEGAL.....	37
3.1 MARCO ANTROPOLÓGICO	37
3.2 MARCO TEÓRICO	40
3.2.1 Teoría de la Ecología Urbana	40
3.2.2 Teoría del ambiente urbano.....	41
3.2.3 Teoría del Riesgo Ambiental.....	42
3.2.4 Teoría de la Contaminación Atmosférica Urbana.....	43
3.3 MARCO CONCEPTUAL.....	45
3.3.1 Dinámicas urbanas.....	45
3.3.2 Parque automotor	46
3.3.3 Calidad del Aire.....	47
3.3.4 Intercambio Térmico	48
3.3.5 Material Particulado (PM10 Y PM2.5).....	49
3.4 MARCO JURÍDICO Y/O NORMATIVO	51
3.4.1 Normativas Nacionales	51
3.4.1.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)	51
3.4.1.2 Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017).....	51
3.4.1.3 Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS, 2016)	51
3.4.1.4 Norma Técnica Ecuatoriana INEN	52
3.4.1.5 Ordenanza Municipal del GAD Manta	52
3.4.2 Normas Internacionales	52
3.4.2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda Urbana 2030 – ONU)	52
3.4.2.2 Norma ISO 7730.....	53

3.4.2.3 Norma ASHRAE 55	53
3.5 MODELO DE REPERTORIO	55
3.5.1 Caso Internacional: Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Beijing,	55
China (2013-2022):	55
3.5.2 Caso Nacional: Evaluación de la Calidad del Aire en “Cañones Urbanos” de Quito (Estudio Académico USFG – Secretaría de Ambiente):	56
3.5.3 Caso Internacional: Redes de Monitoreo Ambiental Ciudadano Basadas en IoT	56
(CanAir IO y Plataforma AQICN):	56
4. CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO.....	59
4.1 Enfoque de la investigación.....	59
4.2 Tipo de Investigación.....	59
4.3 Diseño de la investigación.....	59
4.4 Variables de estudio.....	60
4.4.1 Variable Independiente (X) – Morfología Urbana y Dinámica Vehicular: .	60
4.4.2 Variable Dependiente (Y) – Concentración Atmosférica y Confort Ambiental:	60
4.4.3 Variables de Control:.....	60
4.5 Métodos	60
4.6 Criterios para la selección de los Puntos Estratégicos de Monitoreo	61
4.7 Procedimientos utilizados en función de los objetivos específicos	67
4.7.1 Objetivo 1: Fundamentos Teóricos de Variables Ambientales y Morfología Urbana:	67
4.7.2 Objetivo 2: Metodología aplicada para el monitoreo y captura de datos: .	68
4.7.3 Objetivo 3: Diagnostico Comparativo y Condiciones Ambientales Actuales:	68

4.7.4 Objetivo 4: Caracterización de la Percepción Social y Confort Ciudadano:	68
4.8 Técnicas e Instrumentos	69
4.8.1 Sensores IoT (Internet of Things) – Dispositivo ELLySIO	69
4.8.2 Plan de Monitoreo de Campo	70
4.8.3 Cuestionarios y Encuestas	73
4.8.4 Análisis de Imágenes Satelitales y Estudios de Campo	73
4.8.5 Software de Análisis de Datos	73
4.8.6 Entrevistas Semiestructuradas	73
4.8.7 Diseño de la Muestra (Método Empírico)	73
4.9 Análisis de datos	75
4.9.1 Método de Correlación	75
4.10 Fuentes	76
4.10.1 Fuentes Primarias	76
4.10.2 Fuentes Secundarias	76
5. CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	77
5.1 Diagnóstico Territorial y Urbano – Vía Puerto-Aeropuerto y Av. de la Cultura	77
5.1.1 Contextualización y Delimitación del Área de Estudio	77
5.1.2 Análisis del Entorno Físico, Social y Económico	77
5.1.2.1 Características Sociodemográficas y Dinámicas de la Población	77
5.1.2.2 Características Económicas	79
5.1.3 Análisis del Uso de Suelo	81
5.1.4 Análisis de los Equipamientos Urbanos	82
5.1.5 Análisis de la Morfología Vial y Entorno urbano	87
5.1.5.1 Análisis de las vías del Tramo en Estudio	87
5.1.5.2 Análisis del viento en los Periodo I y II	91
5.2 Resultados, presentación de hallazgos y discusión Correlacional	92

5.2.1 Percepción Ciudadana	92
5.2.2 Análisis del Método Estadístico	100
5.2.3 Correlación de las Variables Ambientales y la Morfología Urbana	100
5.2.3.1 Lineamiento y Directrices según la OMS	100
5.2.3.2 VALORES MÍNIMOS GENERALES – (Datos Obtenidos en los Periodos I y II).....	101
5.2.4 Discusión de los Hallazgos	131
5.2.5 Limitaciones del Estudio	132
6. CONCLUSIONES	133
7. RECOMENDACIONES	134
8. REFERENCIAS	135
9. ANEXOS.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la Variable Independiente.....	34
Tabla 2 Operacionalización de la Variable Dependiente	35
Tabla 3 Criterios y Justificación para la selección de los Puntos Estratégicos	62
Tabla 4 Variables Ambientales de medición del Dispositivo ELLySIO	70
Tabla 5 Tabla de Frecuencia de Monitoreo.....	71
Tabla 6 Matriz de Planificación.....	72
Tabla 7 Población del Cantón Manta - Censo del Año 2022	74
Tabla 8 Simbología para la Fórmula de Obtención de Muestra	74
Tabla 9 Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta.....	80
Tabla 10 Sectores Productivos - Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta.....	80
Tabla 11 Proyección del Crecimiento del Parque Automotor en Manta	90
Tabla 12 Valores Mínimos Generales Obtenidos – Periodos I y II	101

Tabla 13 Valores Mínimos - Correlaciones de Variables.....	102
Tabla 14 Valores Máximos Generales Obtenidos – Periodos I y II.....	104
Tabla 15 Valores Máximos - Correlaciones de Variables	105
Tabla 16 <i>Valores Críticos Obtenidos del Punto 1– Periodos I y II</i>	107
Tabla 17 Valores Promedios - Correlaciones de Variables	108
Tabla 18 Valores críticos del Punto	110
Tabla 19 Valores Críticos del Punto 1 - Correlaciones de Variables	111
Tabla 20 Valores críticos del Punto 2 – Periodos I y II	114
Tabla 21 Valores Críticos del Punto 2 - Correlaciones de Variables	115
Tabla 22 Valores críticos del Punto 2 – Periodos I y II	119
Tabla 23 Valores Críticos del Punto 2 - Correlaciones de Variables	120
Tabla 24 Valores críticos del Punto 4 – Periodos I y II	123
Tabla 25 Valores Críticos del Punto 4 - Correlaciones de Variables	124
Tabla 26 Valores críticos del Punto 5 – Periodos I y II	127
Tabla 27 Valores Críticos del Punto 5 - Correlaciones de Variables	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa del Área de Estudio para el Análisis Investigativo	28
Figura 2 <i>Diagrama del Marco Antropológico</i>	39
Figura 3 <i>Diagrama del Marco Teórico</i>	44
Figura 4 <i>Diagrama del Marco Conceptual</i>	50
Figura 5 <i>Diagrama del Marco Jurídico y Normativo</i>	54
Figura 6 <i>El Antes y el Después de la Contaminación en Beijing, China</i>	55
Figura 7 <i>El Grave Problema de Contaminación Vehicular en Quito, Ecuador</i>	56
Figura 8 <i>Interfaz CanAirIO – AQICN</i>	57
Figura 9 <i>Metodología del Dispositivo CanAirIO</i>	58
Figura 10 <i>Fases Sistemáticas – Metodología</i>	61
Figura 11 Mapa de Ubicación del Punto 1	63
Figura 12 Mapa de Ubicación del Punto 2.....	64
Figura 13 Mapa de Ubicación del Punto 3.....	65

Figura 14 Mapa de Ubicación del Punto 4.....	66
Figura 15 Mapa de Ubicación del Punto 5.....	67
Figura 16 <i>Dispositivo Empleado – ELLySIO</i>	69
Figura 17 <i>Fórmula para sacar el tamaño de muestra</i>	74
Figura 18 <i>Obtención de la Muestra mediante el reemplazo de Datos</i>	75
Figura 19 Datos del Porcentaje Urbano-Rural, Población del Cantón Manta	77
Figura 20 Datos de Población por Género del Cantón Manta	78
Figura 21 Porcentaje de Autoidentificación Étnica del Cantón Manta	79
Figura 22 Sectores Productivos - Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta	80
Figura 23 Mapa de Zonificación de Uso de Suelo – Polígono de Estudio	81
Figura 24 Mapa de Equipamientos Urbanos – Polígono de Estudio	82
Figura 25 Centro Médico IESS – Los Esteros	83
Figura 26 Clínica – Los Esteros	83
Figura 27 Conserva Seafman S.A.	84
Figura 28 Inepaca	84
Figura 29 <i>Mercado de Mariscos – Playita Mía</i>	85
Figura 30 Nuevo Tarqui	85
Figura 31 Unidad Educativa “5 de junio”	86
Figura 32 Patronato Municipal de Manta.....	86
Figura 33 Gasolinera Petrocomercial.....	87
Figura 34 Mapa de Vías – Tramo y Puntos de Estudio.....	87
Figura 35 Corte Punto 1 – Vía Puerto – Aeropuerto (Entrada Seafman).....	88
Figura 36 Corte Punto 2 – Vía del Redondel Playita Mía (El Astillero).....	88
Figura 37 Corte Punto 3 – Vía del Redondel de Inepaca – Paso Elevado	89
Figura 38 Corte Punto 4 – Vía Av. de la Cultura (Explanada Nuevo Tarqui)	89
Figura 39 Corte Punto 5 – Vía al Paso Elevado – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial.....	90
Figura 40 Proyección del Crecimiento del Parque Automotor en Manta 2016 - 2032	91
Figura 41 Dirección y Velocidad del Viento en el Periodo I.....	91
Figura 42 Dirección y Velocidad del Viento en el Periodo II	92
Figura 43 Pregunta 1 – Sobre la Frecuencia de Uso de la Vía- Puerto-Aeropuerto	92
Figura 44 Pregunta 2 – Sobre la Contaminación Ambiental.....	93
Figura 45 Pregunta 3 – Calificación de la Calidad del Aire.....	94
Figura 46 Pregunta 4 – Experimentación de Molestias Físicas	94

Figura 47 Pregunta 5 – Molestias Notables en los Últimos 3 meses	95
Figura 48 Pregunta 6 – Configuración Vial y Circulación del viento	96
Figura 49 Pregunta 7 – Regeneración en los espacios públicos-sociales.....	97
Figura 50 Pregunta 8 – Problemas Ambientales que más afectan al Bienestar Diario ales	97
Figura 51 Pregunta 9 – Frecuencia de la Utilización de inhaladores o medicamentos	98
Figura 52 Priorización de la Salud Ambiental en el Desarrollo Comercial-Industrial	99
Figura 53 Rango e índices de PM2,5 y PM10	101
Figura 54 Matriz de Correlación – Punto 1	112
Figura 55 Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales - Punto 1	113
Figura 56 Matriz de Correlación – Punto 2.....	116
Figura 57 Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales - Punto 2	117
Figura 58 Matriz de Correlación – Punto 3	121
Figura 59 Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto.....	121
Figura 60 Matriz de Correlación – Punto 4.....	125
Figura 61 Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto.....	125
Figura 62 Matriz de Correlación – Punto 5	129
Figura 63 Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 5...	129
Figura 64 Mapa General – Índice Ambiental por Puntos Estratégicos	131
Figura 65 Dispositivo ELLySIO	140
Figura 66 Toma de muestra con el Dispositivo ELLySIO	140
Figura 67 Aplicación – Arduino para el registro de la toma de datos	141
Figura 68 Medición de la morfología de las vías y aceras	141
Figura 69 Toma de muestra con el Dispositivo ELLySIO	142
Figura 70 Redondel de Playita Mía.....	142
Figura 71 Mercado de Mariscos – Los Esteros	143
Figura 72 Redondel de INEPACA	143
Figura 73 Av. de la Cultura.....	144
Figura 74 Ausencia de Arborización – Vía Puerto Aeropuerto	144

Resumen

Esta investigación, se centra en el análisis y correlación entre la morfología urbana e indicadores ambientales, mediante tecnología IoT, en puntos estratégicos de la zona urbana del cantón Manta. El caso de estudio sería el corredor urbano que comprende la Vía Puerto Aeropuerto y la Av. de la Cultura. Eje costero que destaca por su complejidad funcional al concentrar actividades portuarias, transporte pesado, comercio y asentamientos de alta densidad.

La investigación parte de la problemática asociada a la limitada disponibilidad de datos técnicos e información en tiempo real sobre la calidad del aire y confort ambiental en Manta. Lo que limita la capacidad institucional del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), para formular políticas preventivas de ordenamiento territorial, mitigación de riesgos ambientales y diseño urbano sostenible.

Se sustentó en una metodología cuantitativa, de alcance correlacional, integrando tecnologías IoT (Internet of Things). Donde se empleó el dispositivo inteligente denominado ELLySIO (Ellys-relacionado con el Ambiente y Confort), (IO – proviene de Input/Output, relacionado con el tema de datos), cuyo significado compuesto es “Datos del Ambiente”, ya que es capaz de capturar y monitorear en tiempo real, datos de variables como material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀), ruido, temperatura y humedad. El levantamiento de datos se realizó en cinco puntos estratégicos y dos Periodos Temporales: Periodo I (escenario/crítico – época/lluviosa), Periodo II (escenario/regular – época/seca).

El análisis estadístico, se procesó mediante el Coeficiente de Correlación de Kendall (τ), con el fin de encontrar una relación directa entre la morfología urbana e indicadores ambientales captados por el dispositivo IoT.

Palabras claves: Contaminación Ambiental, tecnología IoT, morfología urbana, variables ambientales, material particulado (PM_{2,5} / PM₁₀), correlación de Kendall, Manta.

Abstract

This research focuses on the analysis and correlation between urban morphology and environmental indicators, using IoT technology, at strategic locations within the urban area of the Manta canton. The case study is the urban corridor comprising Vía Puerto Aeropuerto and Av. de la Cultura—a coastal corridor notable for its functional complexity, as it concentrates port activities, heavy transportation, commerce, and high-density settlements.

The research addresses the challenges associated with the limited availability of technical data and real-time information on air quality and environmental comfort in Manta. This limitation restricts the institutional capacity of the Decentralized Autonomous Government (GAD) to formulate preventive policies regarding land-use planning, environmental risk mitigation, and sustainable urban design.

It was based on a quantitative methodology with a correlational scope, integrating IoT (Internet of Things) technologies. The study employed a smart device called ELLySIO (Ellys—related to the Environment and Comfort), (IO—short for Input/Output, related to data), whose compound meaning is “Environmental Data,” as it is capable of capturing and monitoring, in real time, data on variables such as particulate matter (PM2.5 and PM10), noise, temperature, and humidity. Data collection was conducted at five strategic points and over two time periods: Period I (scenario/critical – rainy season), Period II (scenario/normal – dry season).

Statistical analysis was performed using Kendall’s correlation coefficient (τ) to identify a direct relationship between urban morphology and environmental indicators captured by the IoT device.

Keywords: Environmental pollution, IoT technology, urban morphology, environmental variables, particulate matter (PM2.5 / PM10), Kendall's correlation, Manta.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el fenómeno de la urbanización acelerada ha cambiado la configuración física de las ciudades, ocasionando grandes inconvenientes en cuanto a planificación urbana, y las ha convertido en importantes fuentes de emisiones de contaminantes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) la contaminación del aire es una de las mayores amenazas para la salud ambiental, siendo responsable de millones de muertes prematuras anualmente, esto debido por la alta exposición de partículas finas (como el PM 2.5) y demás contaminantes ambientales.

En la actualidad, la arquitectura y el urbanismo contemporáneo enfrentan el desafío de mitigar los efectos del “cañón urbano” y el efecto invernadero que se genera en las grandes ciudades, esto mediante la planificación basada en datos técnicos y evidencia científica.

En Ecuador, ciudades como Quito y Cuenca cuentan con sistemas avanzados de medición y análisis de indicadores ambientales, en cambio ciudades con grandes puertos e industrias como la ciudad de Manta, carecen críticamente de información y datos en tiempo real sobre la calidad de su aire.

Otros autores han afirmado lo siguiente:

El cantón de Manta, debido a su actividad portuaria, su dinámica pesquera y su creciente parque automotor, ha experimentado alteraciones y cambios en su “metabolismo urbano”, donde las variables ambientales ya no solo dependen de las brisas marinas, sino de la morfología vial y la densidad de tráfico presente. (García & López, 2022)

La presente investigación se centra en el análisis correlacional de variables ambientales en puntos estratégicos de la zona urbana de Manta, específicamente en el tramo comprendido desde la Vía Puerto - Aeropuerto hasta el paso elevado y Redondel que conecta la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial. Este sector es de vital importancia, debido a su estructura mixta: Logística, Industrial y Residencial. Además, se considera que la ciudad de Manta es aquella ciudad turística donde su población flotante en días de feriados incrementa el flujo vehicular, por ende, también su nivel de condición higrotérmica y ambientales del tramo de estudio.

Para abordar esta problemática, la investigación integra tecnologías emergentes, mediante el uso del dispositivo ELLySIO (cuyo significado compuesto es “Datos del Ambiente”), el cual es una herramienta basada en el Internet de las cosas (Internet of Things - IoT) y hardware abierto que permite la obtención de datos como el material particulado - PM (Particulate Matter), donde consta el (PM2,5 y PM10), ruido (dB), temperatura (°C) y humedad relativa (HR).

Primeramente, se parte de la premisa, de que la configuración vial y el déficit de infraestructuras verdes, influyen directamente en la presencia de microclimas urbanos considerados adversos. Por otro lado, el análisis de este estudio y la utilización de tecnologías IoT, se presenta como una solución técnica innovadora para el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Manta, optando así un desarrollo que promueva una gestión territorial preventiva.

Esta investigación está justificada bajo los lineamientos del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 de la Agenda 2030, donde busca lograr que las ciudades sean seguras, inclusivas, sostenibles y resilientes. Por lo que, a través de este análisis, se aporta una base que técnica y sólida, que sirva para futuras políticas de movilidad y diseño urbano en la Ciudad de Manta, las cuales prioricen y se centren en la salud pública, habitabilidad y el equilibrio ecosistémico.

Para una comprensión metodológica estructurada, la investigación se divide en los siguientes apartados: Planteamiento del Problema, que delimita la realidad y se formula las preguntas de análisis; el Capítulo I, que presenta el marco teórico y conceptual; el Capítulo II, enfocado en el diseño metodológico cuantitativo; y el Capítulo III, que expone el diagnóstico, la correlación estadística y las conclusiones de la investigación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La relación entre la calidad del aire en la que están expuestos los ciudadanos y la disposición física de las ciudades, se ha convertido en una de las principales preocupaciones del urbanismo actual, sobre todo en contextos urbanos con un rápido crecimiento. En ciudades de condición costera y gran desarrollo lineal, la interacción los flujos de vientos marinos y la morfología urbana presente, que está definida por la altura de edificios, densidad constructiva

y el ancho de vías, juegan un papel determinante y crucial en cuanto a la acumulación de los indicadores ambientales y dispersión de contaminantes atmosféricos.

Esta interacción o equilibrio, puede verse afectada por procesos como la urbanización acelerada, el crecimiento constante del parque automotor y la planificación vial inadecuada, pueden modificar el equilibrio natural, generando zonas urbanas con baja ventilación natural y una mayor acumulación de contaminante ambientales, sobre todo material particulado. Estas circunstancias crean áreas críticas de riesgo para el ambiente, que afectan directamente a la calidad de vida de los ciudadanos, la salud pública y la habitabilidad urbana.

En ciudades intermedias del Ecuador, como en la Ciudad de Manta, estos problemas adquieren especial importancia debido al carácter turístico, portuario e industrial del cantón, así como a la existencia de corredores viales estratégicos que concentran grandes volúmenes de tráfico vehicular y de actividades productivas, sin contar con diagnósticos ambientales sistemáticos que posibiliten una gestión y evaluación adecuada de la calidad del aire urbano.

2.1 Marco Contextual

La ciudad de Manta, ubicada en la región litoral del Ecuador, es el principal centro logístico y portuario con mayor importancia de la provincia de Manabí. El tejido urbano que presenta el cantón ha presentado una rápida evolución morfológica, pasando por ser un núcleo central muy consolidado a ser un patrón de expansión periférica impulsada por principalmente por la pesca industrial y el comercio exterior. Esta dinámica ha consolidado ejes viales de alta intensidad, como en la Av. de la Cultura y la Vía Puerto - Aeropuerto, ya que actúan como “arterias” principales para la circulación de transporte pesado y la movilidad particular.

A diferencia de otras ciudades del Ecuador, Manta posee de una posición geográfica muy especial: por ejemplo, el impacto de manera directa de las corrientes de aire marino. Según Enríquez (2021), la barrera física creada por el alto desarrollo de edificaciones y la ausencia de corredores ecológicos conducen a fenómenos como “islas de calor” y retención del material particulado, en niveles inferiores de la atmosfera, afectando la calidad del aire.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Manta, el crecimiento del parque automotor ha superado la capacidad operativa de las vías existentes, lo que se traduce como congestionamientos críticos en los puntos estratégicos a evaluar.

También se considera que el Cantón Manta posee un clima árido-semiárido, con presencia de alta humedad durante su época de lluvias, donde las precipitaciones ocurren principalmente entre enero y abril. Este factor es de suma importancia porque la humedad puede influir en la deposición de partículas o percepción del calor en los cañones urbanos presentes.

Por lo anterior, es conveniente realizar un análisis correlacional, en el tramo comprendido desde la Vía Puerto - Aeropuerto hasta el Paso elevado y Redondel que conecta la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial de la ciudad de Manta. Esto ayudaría a determinar el nivel de contaminación de material particulado dentro del área seleccionada.

Este tramo atraviesa zonas de alta sensibilidad, como lo son los siguientes:

- **Zona Portuaria e Industrial:** En esta área está comprendida por la emisión de gases por combustión como el Diesel que es constante debido al flujo constante de transporte de carga pesada.
- **Zona Residencial y Comercial:** La exposición de la población es directa y prolongada a las variaciones del clima y calidad del aire de la calle.
- **Nodos de Cogestión (Redondeles):** Estas zonas identificadas con alta fluidez vehicular, donde se generan picos críticos en las concentraciones de material particulado y niveles de ruido en las horas de máximo flujo.

2.2 Formulación del Problema

A diferencia de otras ciudades del Ecuador, como Guayaquil y Quito que disponen de monitoreos y modelos predictivos consolidados, Manta carece de herramientas técnicas que permitan pronosticar el comportamiento de los indicadores ambientales asociados con el tráfico vehicular. La ausencia de estas herramientas impide anticipar las afectaciones en las concentraciones de partículas y la retención térmica, asociadas con la dinámica de la movilidad urbana durante los periodos de máxima demanda vehicular.

Actualmente, los limitados datos de la calidad del aire en Manta, impiden que el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) implemente medidas de mitigación basadas en evidencia técnica. Esto se transformaría en un obstáculo para el desarrollo de directrices de diseño urbano sostenible que respondan las necesidades climáticas actuales del perfil costero.

Desde una perspectiva urbana sostenible, la carencia de transparencia informativa supone un obstáculo para la implementación de políticas de movilidad inteligente y la configuración de corredores urbanos que mitiguen el impacto de fuentes fijas y móviles (industriales y de transporte). Por lo que, es requerido realizar un diagnóstico técnico correlacional que examine las características de la morfología de las vías con la capacidad de propagación de contaminación.

Por lo cual es necesario cuestionar lo siguiente: ¿De qué manera la morfología urbana del corredor Vía Puerto Aeropuerto y la Av. de la Cultura, se correlaciona con el comportamiento de las variables ambientales e higrotérmicas y cómo esta relación fundamenta un modelo preventivo para la gestión territorial en la ciudad de Manta?

2.2.1 Problema central asociado al objeto de estudio

La contaminación ambiental producida por las actividades industriales y comerciales que afectan la calidad de vida en la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura. Además, la carencia de herramientas técnicas que correlacionen de manera cuantitativa la morfología urbana con el comportamiento de los indicadores ambientales en el corredor Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura, lo cual limita la capacidad del GAD Municipal de Manta, para anticipar concentraciones críticas de contaminantes y restringe la formulación de directrices de diseño y movilidad sostenible.

2.2.2 Subproblemas asociados al objeto de estudio

- El desconocimiento de cómo influye la forma de las vías (altura de los edificios, ancho de las calles y la carencia de vegetación) en la acumulación o dispersión de los contaminantes del aire.
- La contaminación sensorial del espacio público afecta la calidad de vida y situación social de la zona, porque el territorio se dedica a actividades económicas, produce

ruidos, polución de autos y fábricas, desechos sólidos, saturación de cables eléctricos, etc.

- Ausencias de herramientas digitales y modelos predictivos locales que ayuden al GAD Municipal de Manta a planificar el diseño de la ciudad y el tráfico de forma preventiva.

2.3 Definición del Objeto de Estudio

2.3.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación se centra en analizar el comportamiento de las variables ambientales y la dispersión de contaminantes atmosféricos del tramo en estudio, evaluando su relación directa con la configuración morfológica vial y los indicadores ambientales.

En concreto, se analizará cómo la configuración de las calles, los materiales del suelo y el flujo vehicular influyen en la variación de la temperatura, la humedad, el ruido y la concentración de material particulado (PM_{2,5} Y PM₁₀).

Para esto, se utiliza el dispositivo tecnológico IoT (ELLySIO), como herramienta de captura de datos en tiempo real en los puntos estratégicos del corredor.

2.3.2 Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrollará en la zona urbana de la ciudad de Manta, provincia de Manabí, Ecuador, concretamente el corredor de la Vía Puerto – Aeropuerto hasta el Paso elevado y Redondel que conecta la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial. Elegido por su representatividad en cuanto a la intensidad de actividades urbanas, industriales, portuarias, comerciales y residenciales. Además de funcionar como corredor logístico, entre el área portuario, en donde se concentra un flujo mixto de vehículos livianos y pesados.

El polígono de estudio está comprendido de un área de 2.20 km² y un corredor longitudinal de aproximadamente 3.60 kilómetros, que integra tres de los ejes viales más significativos para la movilidad logísticas y particular de la ciudad. Lo cual marcaría el límite del alcance del análisis de la investigación. Además, teniendo en cuenta la dispersión o acumulación de contaminantes ambientales y otros factores como la dirección del viento; en el

caso de la delimitación lateral se consideraría una franja de influencia de 200 a 500 metros en zonas específicas, teniendo en cuenta factores como dirección del viento y la dispersión de contaminantes, para así entender mejor el impacto ambiental en la zona de estudio.

De todo este Polígono de intervención, la metodología aplicada consiste en determinar y delimitar 5 puntos estratégicos en el corredor vial propuesto, esta selección se sustenta por la alta variabilidad morfológica del tramo, el volumen vehicular promedio diario que supera los 3.000 veh/h en horas de mayor tráfico y la cercanía con zonas industriales, equipamientos comerciales y sectores residenciales densos.

Con esta delimitación, nos permitirá analizar los cambios espaciales y temporales de las variables ambientales en cada Punto clave para la toma de muestras, con el dispositivo a utilizar llamado ELLySIO, el cual puede captar: temperatura, humedad relativa, concentración de material particulado (PM 2,5 y PM 10) y niveles de ruido.

En este tramo es donde se realizan operaciones portuarias y actividades de transporte que lo convierten en un territorio idóneo para analizar la dinámica y concentración de variables ambientales. Este sitio fue definido considerando la variabilidad de las condiciones ambientales y el impacto de las fuentes de contaminación atmosférica y acústica.

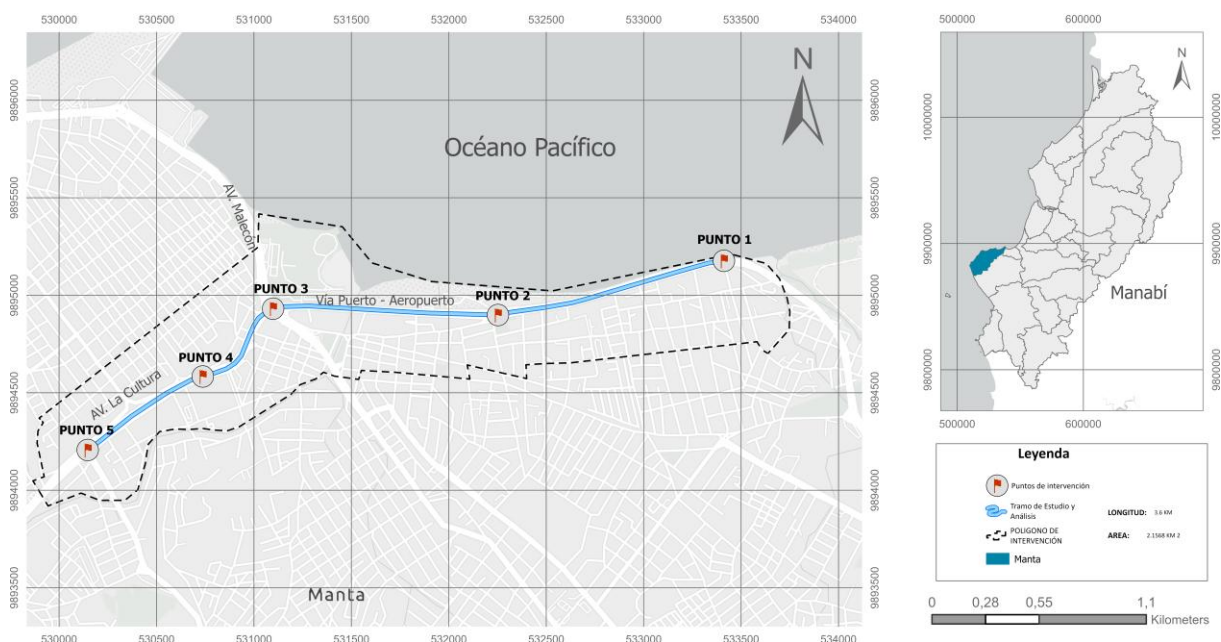
- **Vía Puerto Aeropuerto:** Esta vía está catalogada como una zona de alta intensidad marítima, industrial y logística. Donde también presenta una alta concentración de transporte pesado, carga y descargas constantes, así como presencia de contaminación atmosférica, por la intensidad vehicular.
- **Avenida de la Cultura:** Este corredor urbano presenta una alta circulación vehicular y una intensa actividad comercial, lo que lo convierte en un punto estratégico para el análisis. La cercanía a la costa la expone a la influencia directa de las brisas marinas y los vientos dominantes, los cuales son factores determinantes en la dispersión y concentración de contaminantes atmosféricos.
- **Pasos Elevados y Redondel:** Este punto es un nodo vial que conecta el tránsito y las vías hacia el centro de la ciudad de Manta y zonas periféricas con la zona comercial y residencial. En este caso, se espera una mayor concentración del tráfico de vehículos y contaminación durante las horas críticas.

La investigación se contempla en la recolección de datos y muestreo en 5 puntos estratégicos de la zona urbana de la ciudad de Manta para el análisis del estudio.

A continuación, se muestra un mapa donde se ubicarían los puntos elegidos, así como el tramo de estudio en las calles principales de la ciudad.

Figura 1

Mapa del Área de Estudio para el Análisis Investigativo.



Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony/QGIS)

2.3.3 Delimitación Temporal

El intervalo de evolución del problema está comprendido desde la consolidación vial de ambos ejes principales, en el caso de la Vía Puerto-Aeropuerto fue ejecutada e inaugurada como eje y corredor principal en el año 2007 y la Av. de la Cultura fue consolidada como arteria conectora urbana inaugurada en el año 2009. Durante casi dos décadas, el incremento del parque automotor, la intensificación de actividades comerciales y la limitada gestión y monitoreo ambiental, han transformado este tramo, caracterizado por la retención del material particulado, el elevado impacto acústico y la acumulación térmica urbana. Por lo que, se justifica la urgencia de evaluar la calidad del aire y la salud microclimática en el sector de estudio.

La investigación y recopilación de los datos de calidad ambiental, serán obtenidos en la fase de experimentación in situ en dos periodos estratégicos y puntuales del año 2026: Periodo

I (11 al 19 de febrero del 2026) y Periodo II (19 al 25 de junio del 2026). Esto permita analizar la variabilidad ambiental y la calidad del aire bajo distintas condiciones de flujo vehicular y factores climáticos.

Además, se considera que esta delimitación temporal posee un carácter comparativo, ya que permitirá validar que las variables ambientales en Manta no son estáticas, sino que dependen directamente de la variabilidad estacionalidad climática y la intensidad de las actividades antrópicas locales.

En este caso el cronograma de investigación se estructura en las siguientes fases:

- **Fase de Recopilación Bibliográfica y Documental (Sept – Dic 2025):** Fase de selección y búsqueda de datos, antecedentes y metodología a utilizar.
- **Fase de Planificación y Calibración (enero 2026):** Etapa de preparación técnica del dispositivo ELLySIO y validación de los puntos de control.
- **Fase de Monitoreo Crítico – Periodo I (febrero 2026):** Esta fase coincide con el feriado de Carnaval y la época lluviosa en el cantón de Manta. Lo que se busca es capturar datos en un escenario de máxima demanda vehicular y alta humedad relativa, factores que alteran la dispersión de material particulado. Las mediciones en esta fase están programadas específicamente entre el 11 y el 19 de febrero de 2026.
- **Fase de Monitoreo de Control – Periodo II (junio 2026):** Esta fase se llevará a cabo a partir del 19 de junio al 25 de junio de 2026, representando un escenario de flujo vehicular regular y la transición a la época seca. Este periodo servirá como línea base para comparar el impacto del flujo vehicular y el clima sobre la morfología urbana del tramo.
- **Fase de Procesamiento y Análisis Comparativo (junio – julio 2026):** Sistematización de los datos capturados y elaboración de las conclusiones finales previas a la sustentación.

Esta investigación es realizada por los estudiantes de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta.

La investigación se desarrollará durante el año académico 2025 – 2026, periodo en el que se realizará el análisis del caso de estudio y la recolección de datos.

2.4 Campo de Acción del Objeto de Estudio

Este proceso se desarrolla bajo la modalidad de Proyecto de Investigación y está orientado al campo de acción formalmente basada a la Línea de Investigación N°2 de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, que corresponde a: “Ordenamiento territorial, vulnerabilidad y gestión de riesgos”. Y se vincula con la Línea G de investigación de la ULEAM: “Ingeniería, Industria, Construcción, Urbanismo y Arquitectura”.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo General

- Analizar el comportamiento de las variables ambientales y la dispersión de contaminantes en relación con la morfología vial en puntos estratégicos de la zona urbana de Manta, mediante el uso de tecnologías IoT, con el fin de servir como base técnica en la planificación urbana sostenible y la gestión ambiental del GAD Municipal del cantón Manta.

2.5.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar teóricamente los conceptos de morfología vial, variables ambientales, dispersión de contaminantes y confort térmico, estableciendo relación directa con la habitabilidad en entornos urbanos costeros.
- Establecer la metodología de monitoreo para la captura de datos en el corredor de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura, delimitando los puntos estratégicos de control, la calibración del dispositivo IoT ELLySIO y los criterios de recolección de variables en el territorio.
- Diagnosticar el comportamiento ambiental y morfológico actual mediante un análisis comparativo y correlacional (aplicando el coeficiente de Kendall) de las variaciones espaciales y temporales captadas en dos periodos de estudio.
- Conocer la percepción de los habitantes con respecto al impacto de las actividades industriales, comerciales y el flujo vehicular sobre la calidad del aire, el confort y el paisaje urbano del corredor.

2.6 Idea a Defender del Proyecto

El crecimiento desarticulado de la infraestructura vial y la densificación del parque automotor en el eje de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura, sumados a la carencia de datos ambientales en tiempo real o históricos, incrementan la vulnerabilidad de la población ante la acumulación crítica de material particulado. Se sostiene que el uso del dispositivo IoT (ELLySIO), mediante la captura de datos, y el análisis estadístico, nos permitirá correlacionar la influencia de la morfología urbana con el microclima local, proporcionando la base técnica y el diagnóstico espacial necesarios para corregir las deficiencias del ordenamiento territorial actual y mitigar los riesgos ambientales en los nodos de mayor congestión.

2.7 Justificación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de diagnosticar y caracterizar las dinámicas ambientales en el corredor de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura en Manta, considerado como aquel entorno donde existe una convergencia de la actividad portuaria, industrial y el flujo vehicular intensivo han alterado en las condiciones ambientales y acústicas del espacio público.

Al incorporar tecnologías de monitoreo en tiempo real, a través del dispositivo IoT ELLySIO, este estudio ofrece herramientas precisas para el ordenamiento territorial y el desarrollo de estrategias de mitigación que respondan de manera resiliente a los desafíos generados por el ser humano en la ciudad.

2.7.1 Justificación Ambiental

Desde una perspectiva ambiental, la presente investigación aborda de manera directa el deterioro microclimático originado por la emisión continua de contaminantes vehiculares, ruido excesivo y la suspensión de material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀), consolidando una problemática ambiental que requiere un diagnóstico preciso y contextualizado.

Frente a esta vulnerabilidad, la justificación ambiental se fundamenta en la necesidad urgente de pasar de una percepción subjetiva del deterioro urbano a un diagnóstico cuantitativo y científico del entorno, midiendo técnicamente la emisión de gases, la contaminación acústica y la concentración del material particulado, generados por el tráfico e industrias. Al capturar datos precisos y en tiempo real mediante tecnología IoT (ELLySIO), se establece una base de

evidencia objetiva sobre la degradación del aire, proporcionando el insumo técnico indispensable para diseñar estrategias de mitigación, infraestructura verde y regeneración urbana sostenible que devuelvan el equilibrio ecológico del tramo en estudio.

Finalmente, el valor ambiental de esta investigación radica en su carácter prospectivo dentro del diseño y la planificación urbana sostenible. De este modo, la investigación contribuye activamente al equilibrio ecológico del entorno urbano, promoviendo ciudades más resilientes y respetuosas con la salud ambiental.

2.7.2 Justificación Social

La justificación social se fundamenta en la urgente necesidad de salvaguardar el derecho de los ciudadanos de Manta a un entorno urbano saludable, tal como lo establece la Constitución de la República del Ecuador. El tramo de investigación (Vía Puerto – Aeropuerto y Av. de la Cultura) atraviesa zonas de alta densidad residencial donde la población está expuesta de manera prolongada a contaminantes derivados del tráfico pesado e industrial.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) “la exposición al aire contaminado es uno de los principales factores de riesgo ambiental que aumentan el impacto social de este diagnóstico, lo que necesita ser investigado”.

Además, esta investigación aporta un valor social crítico al convertir datos técnicos invisibles, en indicadores públicos que pueden salvar vidas y mejorar el bienestar general de la sociedad mantense.

2.7.3 Justificación Urbana - Arquitectónica

Desde una perspectiva Urbana - Arquitectónica, esta investigación está justificada por la necesidad de comprender las relaciones inherentes entre la configuración física de la ciudad y el comportamiento cambiante del ambiente. El tramo de la Vía Puerto - Aeropuerto y la Av. de la Cultura, presentan una morfología particular donde existe un tramo de vía destinado principalmente al flujo de vehículos, lo que conlleva la formación de un microclima desfavorable y la retención de contaminantes.

Este estudio permite evaluar cómo el “cañón urbano” de la ciudad y la densidad de edificaciones en los nodos estratégicos de Manta afectan la ventilación natural.

Esta justificación respalda la importancia de considerar la relación entre la configuración física de la ciudad y el comportamiento ambiental en el diseño urbano y arquitectónico de la ciudad de Manta. Como señala Higuera (2020), el diseño del tramo de la calle y la altura de los edificios son factores decisivos en la capacidad de la ciudad para “depurarse” de emisiones contaminantes.

2.7.4 Justificación Académica

Desde una perspectiva académica, esta investigación representa un avance significativo en la integración de nuevas tecnologías dentro de la malla curricular de la carrera de Arquitectura de la ULEAM. El estudio se justifica por su capacidad de fusionar el análisis urbano tradicional con la tecnología IoT, estableciendo un precedente metodológico para el uso de herramientas de hardware abierto en el diagnóstico urbano de la ciudad.

Esta justificación proporciona una base científica para evaluar el impacto ambiental de la configuración urbana. Además, esta genera datos valiosos para futuras investigaciones y proyectos de sostenibilidad urbana, así como al desarrollo de ciudades más inteligentes y sostenibles. Se afirma que formar un arquitecto moderno requiere dominar herramientas digitales que permitan medir el impacto real del diseño en el ecosistema urbano. (García, 2021)

2.7.5 Justificación Institucional

Desde la dimensión institucional, esta investigación se justifica al alinearse directamente con los objetivos estratégicos del (GAD) Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Manta y las políticas nacionales de desarrollo sostenible. Al ofrecer una base científica para que las instituciones locales puedan tomar decisiones informadas sobre la gestión del territorio.

Según el Código Orgánico del Ambiente (2017), los GADs tienen la competencia de controlar y monitorear la contaminación ambiental. Este estudio aporta un modelo de monitoreo de bajo costo utilizando el dispositivo de investigación (ELLYSIO) para que el Municipio implemente una red de vigilancia ambiental poblacional.

2.8 Operacionalización de Variables

2.8.1 Variable Independiente

El propósito de la Variable independiente corresponde a la caracterización física de las vías y la intensidad del tráfico como los factores causales que condicionan el entorno urbano, que actúan como el detonante físico que altera la dispersión de contaminante.

Tabla 1

Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumento
Morfología Urbana y Dinámica Vehicular	Conjunto de características físicas y espaciales que configuran el perfil vial y los cañones urbanos, interactuando con la intensidad, tipología y flujo vehicular del sector.	Morfología Física y Espacial	Configuración del Perfil Vial (sección de calle). Altura de Edificaciones, Densidad de Ocupación y uso del Suelo	Cuantificables /	Ficha de Observación de campo Cartografía PDOT/PUGS
		Operacional Vehicular	Flujo Vehicular (veh/h), Tipologías de vehículos pesados y livianos. Nivel de congestión en horas críticas	Porcentajes	Aforo Vehicular manual Análisis de imágenes satelitales

Nota. Elaboración propia - Operacionalización Variable Independiente

2.8.2 Variable Dependiente

El propósito de la Variable dependiente corresponde al efecto generado por la morfología urbana y el tráfico, enfocándose en el comportamiento ambiental y confort urbano. Mide cuantitativamente a través del dispositivo IoT (ELLySIO), las alteraciones en los indicadores ambientales. En la siguiente tabla se detalla su operacionalización:

Tabla 2

Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumento
Nivel de Concentración Atmosférica y Confort Ambiental	Grado de alteración en la calidad del aire, niveles de ruido y condiciones microclimáticas en el espacio público, evaluados en función de los límites permisibles de salud urbana.	Calidad del Aire	Concentración del material particulado (PM 2,5 y PM 10). Niveles de Dióxido de Carbono (CO2) y SO2.		Uso del Dispositivo ELLySIO (Sensores láser y NDIR) Plataforma de datos Arduino
		Confort Urbano	Niveles de Presión sonora/Ruido (dB). Temperatura ambiental (C°). Humedad relativa (%).	Cuantificables/ Porcentajes	Sensores integrados en el Dispositivo ELLySIO
		Percepción Social	Criterio ciudadano sobre la contaminación y salud.		Encuestas estructuradas y semiestructuradas

Nota. Elaboración propia - Operacionalización Variable Dependiente

2.9 Tareas Científicas Desarrolladas

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de la morfología urbana y el flujo vehicular en el comportamiento de los indicadores ambientales, el confort acústico y la concentración de material particulado en el corredor de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura, mediante el monitoreo instrumental con tecnología IoT (ELLySIO) y el análisis de la percepción social, con el fin de generar las bases técnicas que orienten estrategias de mitigación y ordenamiento territorial sostenible en el GAD de Manta.

2.9.1 TC1: Revisión bibliográfica y análisis crítico sobre variables ambientales

Se fundamentará teórica y normativamente el estudio sobre variables ambientales (calidad del aire, PM 2,5/PM 10, temperatura, humedad, ruido) en puntos estratégicos de la zona urbana de Manta. Esto constituye un pilar para la construcción del marco conceptual y teórico: definiciones, modelos de dispersión, factores urbanos (morfología, tráfico, concentración atmosférica) y su relación con la idea defender.

2.9.2 TC2: Elaboración del diseño metodológico de análisis paramétrico técnico del dispositivo ELLySIO

Se definirá el procedimiento operativo, alcance y diseño de la investigación, estableciendo los criterios de selección para los puntos críticos de estudio en el corredor de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura. Esta tarea contempla la parametrización técnica del dispositivo IoT ELLySIO, estableciendo la metodología de monitoreo para la captura de datos en campo, y el diseño y validación de los instrumentos que sustentarán el levantamiento de información.

2.9.3 TC3: Determinación del Diagnóstico y Resultados de la Investigación

Se pretende obtener, correlacionar, analizar e interpretar los datos recopilados en el trabajo de campo a través del dispositivo ELLySIO, las fichas morfológicas y las encuestas de percepción ciudadana. Esta tarea comprende la caracterización del microclima y los niveles de saturación ambiental, en los puntos críticos seleccionados, permitiendo contrastar estadísticamente los escenarios de flujo vehicular regular, frente a periodos de alta congestión. El diagnóstico resultante consolidará la base científica necesaria para identificar las vulnerabilidades del ordenamiento territorial actual y así validar formalmente la idea a defender.

3. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL Y LEGAL

3.1 MARCO ANTROPOLÓGICO

Este planteamiento permite comprender cómo las prácticas, creencias y estructuras sociales, influyen en la relación entre los habitantes de la ciudad de Manta y el entorno envolvente, especialmente en lo que respecta a las condiciones climáticas locales y en términos de la calidad del aire que se presenta en el tramo elegido para el análisis.

Desde una perspectiva antropológica se afirma lo siguiente:

Las acciones humanas deben entenderse como expresiones dotadas de significado en un determinado contexto cultural, donde el comportamiento no puede aislarse de los valores, percepciones y simbolismo que lo sustentan. En este sentido, las prácticas cotidianas de movilidad, uso de transporte motorizado, comercio y eliminación de residuos se entienden como expresiones culturales que reflejan la interacción histórica entre los ciudadanos y su entorno urbano. (Páramo Morales, 2017)

Al referirse además de la percepción del ambiente, ya sea como un recurso, un riesgo o espacio de convivencia, moldea el modo de vida en la ciudad y se determina así la actitud ante problemas ambientales como la contaminación o el ruido excesivo en determinadas industrias. También, la ciudad de Manta es un escenario donde se encuentran diferentes identidades y estilos de vida; por ejemplo, artesanos, comerciantes, trabajadores portuarios, transportistas, turistas y pobladores de diversos orígenes. Cada grupo social interpreta la realidad ambiental a partir de su experiencia y posicionamiento en la estructura urbana.

De esta manera Orlando (2020), sostiene que “los entornos arquitectónicos deben responder a ritmos culturales y valores del nuevo orden social”.

En algunas industrias, la calidad del aire y el confort térmico son condiciones esenciales para la salud y la productividad. Para otros, son consideraciones secundarias respecto de las necesidades financieras o de medios de vida. Asimismo, algunas dinámicas urbanas como el crecimiento acelerado, el tráfico vehicular, la expansión comercial y la densificación residencial muestran cómo las decisiones colectivas e institucionales afectan las condiciones ambientales y, por tanto, las prácticas sociales.

En este caso Campos (2006), destaca que “la antropología ambiental y los comportamientos frente al ambiente no sólo responden al limitado conocimiento, sino también a sistemas de valores, prioridades y estructuras de poder que definen la relación entre sociedad y naturaleza”.

La percepción de riesgo, las prácticas preventivas, las creencias sobre el “clima de Manta” o el papel de las brisas marinas, así como las formas de organización comunitaria son manifestaciones culturales que determinan la respuesta social a la contaminación del aire.

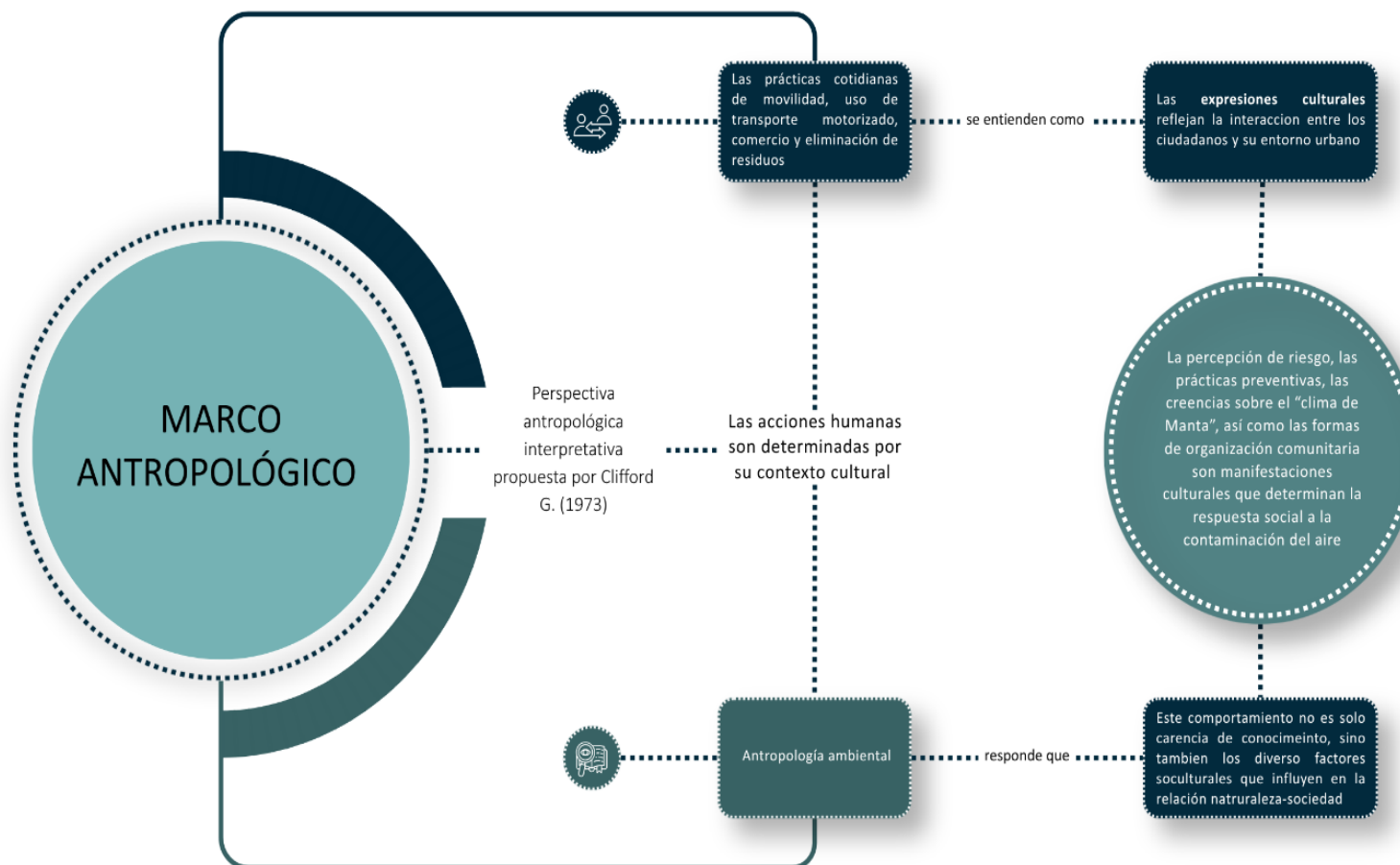
Otro autor ha afirmado lo siguiente:

Comprender la sostenibilidad ambiental depende no sólo de soluciones tecnológicas o regulatorias, sino también de transformaciones en prácticas culturales, valores compartidos y significados atribuidos al entorno. (Christian, 2020)

Este entendimiento es fundamental para así desarrollar estrategias de gestión ambiental participativa que integren la voz y la experiencia cotidiana de los mantenses, fortaleciendo la corresponsabilidad y el respeto por el ambiente como parte esencial de su identidad colectiva.

Figura 2

Diagrama del Marco Antropológico



Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony)

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Teoría de la Ecología Urbana

La ecología urbana concibe la ciudad como un ecosistema en el que interactúan componentes físicos, biológicos y sociales. Según Rodríguez & Bonilla (2007), sugieren que la urbanización altera los ciclos naturales, generando perfiles y patrones de contaminación ambiental.

De manera similar Mujica, Karis, & Ferraro (2010), sostienen que “la infraestructura y ecológica en paisajes urbanos influye en la regulación de la temperatura y contribuye a la resiliencia frente al cambio climático, generando fenómenos como islas de calor y de frío”.

En el caso de Kunak (2023), va más allá y sostiene que “la contaminación del transporte urbano es un problema urgente que afecta la salud y el ambiente, ya que las emisiones de CO₂, NO₂ y PM 2,5 degradan la calidad del aire y contribuyen al cambio climático”.

Según Santiago (2010), destaca que “al analizar la ecología urbana y las emisiones vehiculares en una ciudad, se observa una alteración negativa sobre la calidad del aire y la salud de la población dentro del entorno”.

A esta dinámica se suma Ingeoexpert (2018), quien explica que “el destino final de un contaminante en el suelo o ambiente, depende de mecanismos físicos, químicos y biológicos. Lo que altera su permanencia y toxicidad en el ambiente”.

Esta teoría sustenta la interpretación de la ciudad de Manta como un ecosistema complejo, lo que permite justificar el análisis de variables ambientales en puntos de intenso tránsito y zonas industriales. Es decir, esto facilita explicar cómo las actividades urbanas reordenan los procesos ecológicos y se crean patrones diferenciados de contaminación.

3.2.2 Teoría del ambiente urbano

La teoría del Ambiente Urbano plantea que las ciudades son espacios contruidos donde las dinámicas sociales, económicas y territoriales cambian significativamente las condiciones ambientales.

Desde esta perspectiva, según Dammert (2024), sostiene que “el ambiente urbano en América Latina está profundamente marcado por la expansión acelerada de las ciudades, la vulnerabilidad al cambio climático y la desigualdad socioespacial, donde la urbanización no solo transforma el territorio, sino también los ecosistemas”.

Además, Díaz (2020), refuerza esta idea al decir que “las ciudades impulsan productividad e innovación, pero también generan congestión, contaminación y desigualdad; su crecimiento económico es prometedor, aunque conflictivo, especialmente cuando ocurre una urbanización sin desarrollo”.

Se suma también Murray (1992), sostiene que “la urbanización moderna destruye la esencia de la ciudad como comunidad ética y ecológica. Para él, la ciudad deber ser entendida como una eco-comunidad, basada en participación ciudadana, diversidad y equilibrio con la naturaleza”.

Asimismo, según Quintero (2018), explica que “el ambiente urbano de la calle debe entenderse desde su dimensión sonora, donde los sonidos cotidianos, como el tráfico, y demás actividades en zonas portuarias, construyen identidad, sentido del lugar y una interacción entre espacio físico y social”.

Esta teoría permite comprender cómo la zona industrial y las áreas de alto tránsito en Manta, es así que se convierte en puntos críticos de contaminación. Lo anterior sustenta la necesidad de analizar variables ambientales específicas a partir de las dinámicas socio – espaciales y de las actividades urbanas que configuran el territorio.

3.2.3 Teoría del Riesgo Ambiental

La teoría del riesgo ambiental se centra en la identificación, distribución y percepción de los peligros creados por procesos industriales, tecnológicos y urbano.

Según las Naciones Unidas (2020) menciona que “la población urbana es altamente vulnerable al riesgo ambiental debido a la dependencia de combustibles fósiles, la escasez de espacios verdes y la exposición a desastres naturales”.

Además, la Universidad Internacional de La Rioja (2020) afirma que “el riesgo ambiental es la probabilidad de que ocurra un daño potencial al entorno, diferenciándose del impacto ambiental al medirse mediante su frecuencia y gravedad”.

Se advierte que las zonas industriales y los corredores viales son zonas de alto riesgo debido a la continuidad de las emisiones y la presencia de residentes cercanos.

Según Acosta (2022) por otra parte, enfatiza que “el riesgo ambiental en zonas residenciales urbanas se intensifica por la colindancia con sectores industriales, provocando una constante exposición a contaminantes que degradan el entorno y comprometen la salud de los habitantes de una comunidad”.

De forma adicional se sostiene que los riesgos pueden amplificarse socialmente cuando afectan áreas densamente pobladas, un fenómeno recurrente en ciudades que combinan actividades industriales y una intensa movilidad vehicular. Esta teoría permite justificar la selección de focos de contaminación en Manta, especialmente en la zona Industrial y vías de gran flujo vehicular. Esto, además, proporciona un marco para evaluar los riesgos reales y percibidos de la exposición continua a contaminantes urbanos.

3.2.4 Teoría de la Contaminación Atmosférica Urbana

Esta teoría explica el comportamiento, orígenes y efectos de los contaminantes en las zonas urbanas, particularmente los de fuentes móviles e industriales.

Se sostiene, además, según Sarmiento Sánchez (2025) menciona que “las emisiones industriales representan fuentes críticas de contaminación que la tecnología IoT, permite monitorear de forma localizada y en tiempo real, facilitando la detección inmediata de picos contaminantes”.

Según Carlos (2018), describe que el monitoreo es clave frente a la contaminación urbana, ya que permite conocer los índices de contaminantes del aire provocados por diferentes factores, como el transporte e industrias.

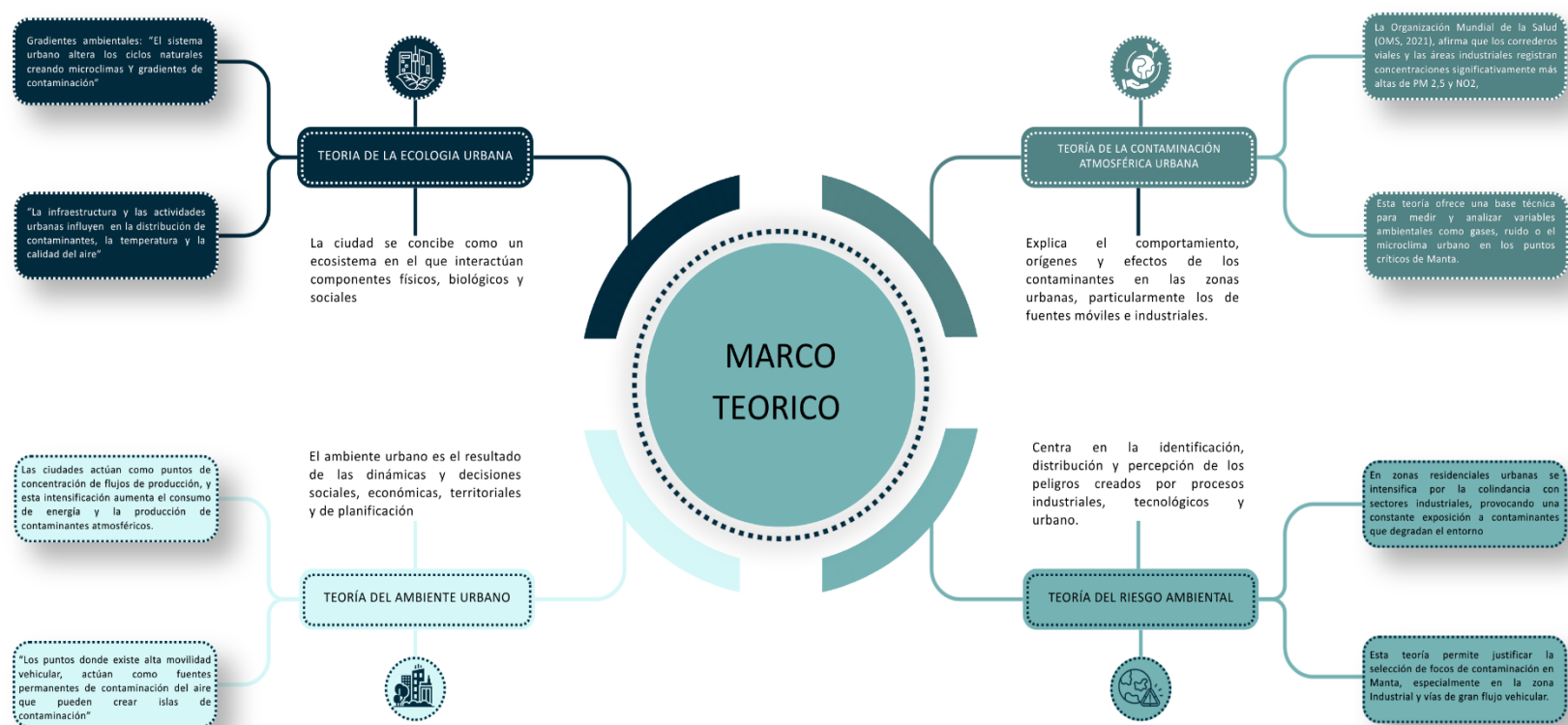
La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) afirma que “los correderos viales y las áreas industriales registran concentraciones significativamente más altas de PM 2,5 y NO₂, debido al tráfico prolongado y la actividad económica intensiva”.

Se añade, además, que las ciudades costeras tienen patrones de dispersión influenciadas por la brisa marina que pueden concentrar contaminantes en determinados momentos. Y en zonas portuarias o de procesamiento industrial, se emiten compuestos adicionales, como metales pesados en partículas, aumentando así la carga de contaminantes en los sectores cercanos. Esta teoría ofrece una base técnica para medir y analizar variables ambientales como gases, ruido o el microclima urbano en los puntos críticos de Manta.

Se explica así el comportamiento de los contaminantes y apoya la selección de zonas industriales y zonas con grandes cantidades de carros como lugares prioritarios de estudio.

Figura 3

Diagrama del Marco Teórico



Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony)

3.3 MARCO CONCEPTUAL

En el siguiente punto de la metodología aplicada, Se presenta el marco conceptual el cual establece los términos fundamentales que sustentan la investigación sobre la influencia de los vientos predominantes, la brisa marina y el intercambio térmico en la acumulación de contaminantes atmosférico en el tramo urbano comprendido entre la Vía Puerto - Aeropuerto hasta el Paso elevado y Redondel que conecta la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial en el cantón Manta. Estos conceptos permiten comprender los fenómenos físicos, ambientales y urbanos que intervienen en la concentración espacial de contaminantes y su comportamiento dentro de la dinámica atmosférica local.

A continuación, se presentan varios conceptos básicos e información que se ha ido recopilando de diferentes fuentes bibliográficas, páginas web, textos específicos, de los cuales nos brindarán información importante para el desarrollo de esta investigación:

3.3.1 Dinámicas urbanas

La idea de dinámicas urbanas se refiere a los procesos de transformación, interacción y cambio, se producen en de las ciudades, debido a varios factores sociales, económicos, políticos y ambientales. Estas dinámicas se manifiestan en la forma en que cómo los actores urbanos, instituciones, ciudadanos, empresas y gobiernos, moldean el espacio urbano generando modificaciones en la morfología la estructura y las funciones de la ciudad.

Según Jensen (2025) afirma que “los centros urbanos son recipientes de poderosas dinámicas ejercidas por múltiples actores, que en constante interacción conflicto, van estableciendo y modificando a la organización de los asentamientos”.

En este sentido, las dinámicas urbanas del entorno urbano, no solo implican el crecimiento físico de la ciudad, sino también la redistribución de actividades productivas, el flujo de personas y mercancía y la generación de impactos ambientales.

Además, según la ONU-Hábitat (2018) sostiene que “la contaminación urbana está ligada a la expansión descontrolada de las ciudades; esto incrementa la dependencia del automóvil privado y la congestión, intensificando las emisiones de Gases de Efecto Invernadero”.

Otro autor afirma lo siguiente:

La ciudad no se limita a un conjunto de infraestructuras o asentamientos físicos densos, sino que constituye un espacio antropológico, colectivo y residencial. El diseño de sus elementos públicos, como las plazas y las calles, resulta fundamental para potenciar el intercambio social, la memoria, la identidad compartida y el vínculo comunitario de los habitantes. (Ayala, 2017)

En el contexto de ciudades costeras como Manta las dinámicas urbanas se expresan en la interacción entre actividades portuarias, industriales y zonas residenciales, generaron presiones ambientales específicas como contaminación atmosférica, acústica y alteraciones microclimáticas. Dado que estas dinámicas al estar vinculadas con la movilidad vehicular y la morfología urbana resultan, son esenciales para comprender la distribución espacial de contaminantes y el nivel de confort ambiental en áreas estratégicas de la ciudad.

3.3.2 Parque automotor

Este término parque automotor, se refiere al total de vehículos que transitan en un área específica, ya sea en una ciudad, una región o un país. Es decir, abarca desde vehículos particulares hasta el transporte público, los vehículos de carga y las motocicletas, cuya cantidad y aumento muestran las dinámicas movilidad y el desarrollo urbano.

Según Flores (2024), comenta que “el parque automotor puede caracterizarse en función de estas propiedades constructivas y niveles de emisión, lo que permite evaluar su impacto en la contaminación atmosférica en la sostenibilidad urbana”

En este enfoque, el aumento del parque automotor generalmente se relaciona con el crecimiento poblacional y la expansión de las actividades económicas; sin embargo, a menudo este aumento supera el crecimiento de la población, provocando una considerable presión sobre la infraestructura vial y el ambiente. Según Naula (2024), indica que “este crecimiento, es el factor detonante de una saturación vial crítica, identificando zonas conflictivas donde la alta concentración vehicular colapsa el tráfico y deteriora la movilidad urbana de la ciudad”.

Es así que, tal como dice la Revista Identidad (2026), “la industria automotriz en Ecuador, debe experimentar una transición hacia la integración tecnológica, donde los vehículos

eléctricos o híbridos redefinan el mercado local y ayuden con el consumo energético y movilidad urbana.”.

En Manta el parque automotor desempeña un rol crucial en la generación de contaminantes del aire como (PM 2,5 y PM10) ruido y variaciones microclimáticas, en especial en corredores estratégicos como la Vía Puerto - Aeropuerto y la Av. de la cultura, su evaluación es fundamental para entender la relación entre Movilidad Urbana, calidad del ambiente y sostenibilidad.

3.3.3 Calidad del Aire

El término de calidad del aire hace referencia al estado de la atmósfera en relación con la cantidad de tipo contaminantes que pueden perjudicar la salud humana, los ecosistemas y el bienestar general. En este caso, evaluar dicha calidad incluye examinar la cantidad de elementos como particular suspensión o el material particulado (PM 10 y PM 2,5), entre otros.

Además, se indica lo siguiente sobre la calidad del aire:

Se determina que al comparar las concentraciones observada de estos contaminantes con los límites fijados para salvaguardar la salud y minimizar los riesgos a corto plazo y largo plazo. Es así, que por lo tanto esta calidad puede fluctuar debido a varios factores tanto naturales como causados por el ser humano. (OMS, 2021)

Las fuentes naturales incluyen partículas en suspensión, brisa marina y los componentes biogénicos; mientras que las fuentes humanas abarcan el tráfico de vehículo, la industria, la quema de combustible fósiles, la construcción y los procesos portuarios, siendo esto los más evidentes en ciudades como en Manta.

De acuerdo con Holgate (2020), nos comenta que “la deficiente calidad del aire, representa una crisis de salud global que daña severamente al cuerpo humano, demostrando que la contaminación no solo causa patologías respiratorias crónicas, sino que también letales”.

Además, más allá de esos aspectos químicos, la calidad del aire se ve afectada por factores meteorológicos como la velocidad del viento, la temperatura, la luz solar la humedad y las inversiones térmicas.

Por otro lado, Noel (1998), indica que “el control de la contaminación del aire debe priorizar la reducción de emisiones desde la fuente y el cambio de procesos industriales, en lugar de depender únicamente de la dispersión atmosférica o dispositivos de captura”.

En el caso de la ciudad de Manta, al ser una ciudad con puerto y un elevado tráfico vehicular y que está expuesta a los vientos del mar, la calidad del aire está determinada tanto por las emisiones de la Vía Puerto - Aeropuerto y la Av. de la cultura, como por el proceso costero que afectan la dispersión y el movimiento de los contaminantes. De este modo, con la existencia de micro turbulencias, giros locales y cambios en la temperatura, pueden producir acumulaciones temporales que impactan en el comportamiento y la salud de los residentes.

3.3.4 Intercambio Térmico

Al referirnos al intercambio de calor, también conocido como transferencia de calor, es el proceso mediante el cual la energía térmica se mueve de un cuerpo de superficie o sistema a mayor temperatura a otro, a menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico.

Este fenómeno ocurre de forma natural y es fundamental para comprender el comportamiento energético de los espacios arquitectónicos especialmente en climas cálidos como la ciudad de Manta, donde la radiación solar, la temperatura ambiente inciden directamente en el desempeño térmico de los edificios. Es así que, la transferencia de calor puede ocurrir por conducción, convección o radiación.

Según NOAA (2020) indica que “el intercambio térmico en la atmósfera regula el balance climático global mediante la conducción, convección y radiación, procesos que redistribuyen la energía solar y determinan los vientos y la dispersión de variables ambientales en ciudades”.

La comprensión arquitectónica del intercambio de calor, permite optimizar aspectos como la orientación, la elección de materiales, el diseño de las fachadas y la inclusión de estrategias de climatización pasiva.

Según Kulkarni (2020) indica que “evaluar el sobrecalentamiento es indispensable para el diseño sostenible, ya que permite anticipar la acumulación excesiva de calor interno garantizando el confort y la salud, sin incrementar drásticamente el consumo energético”.

3.3.5 Material Particulado (PM10 Y PM2.5)

El material particulado (PM) es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendida en la atmósfera, cuyo tamaño, composición y origen determinan su comportamiento y efectos sobre la salud y el ambiente, suele clasificarse por su diámetro aerodinámico: PM10, que incluye partículas con un diámetro menor o igual a 10 micrómetros. Y PM 2,5 que incluye partículas finas con un tamaño de 2,5 micrómetro o menos.

En zonas urbanas costera como Manta, el tráfico vehicular y portuario, la actividad comercial y la persistencia del polvo de los vientos predominantes, son los principales factores que contribuyen la presencia de PM 10 y PM 2,5 en el aire.

Según Contreras (2025) menciona que “el material particulado (PM 2,5 y PM 10), es generado por fenómenos como tormentas de polvo en zonas áridas, brisa marina y combustión; estas partículas quedan suspendidas y representan un riesgo latente capaz de dañar el tejido pulmonar”.

Otro autor afirma lo siguiente:

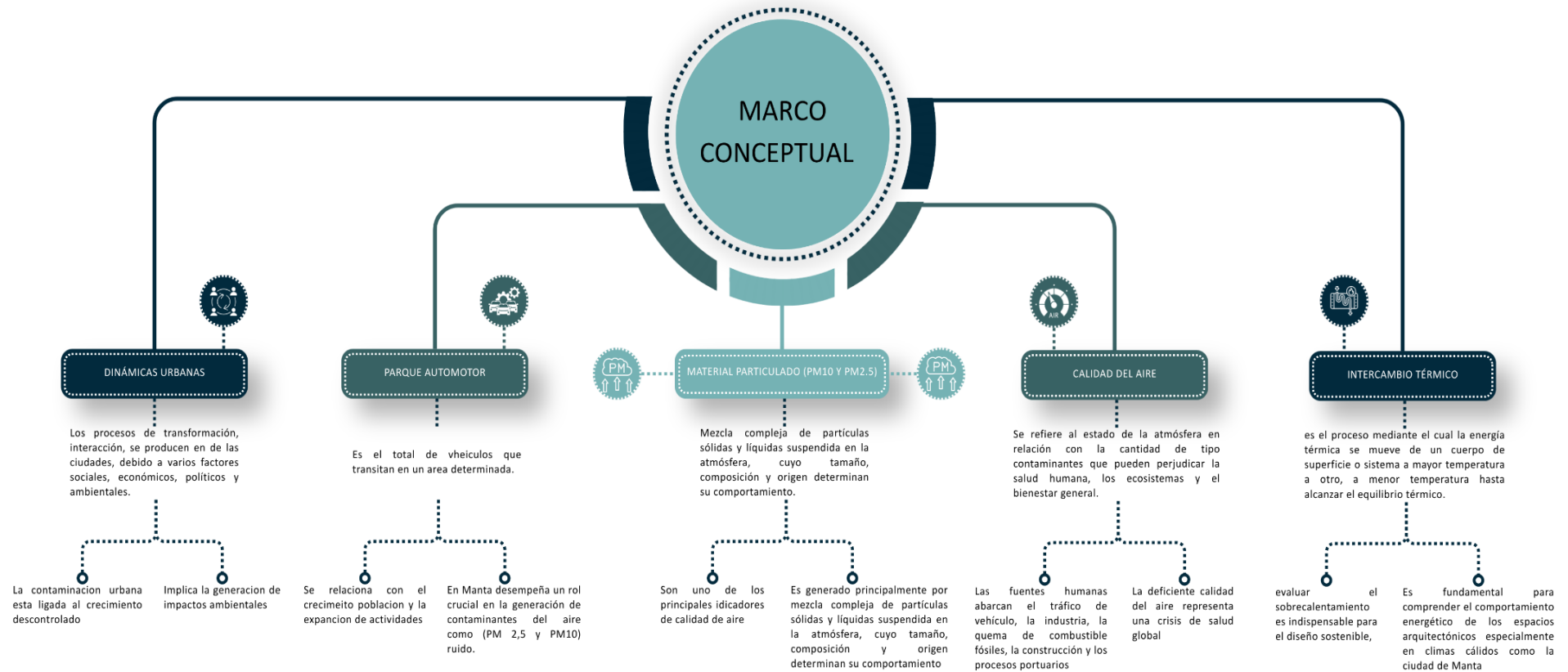
Las zonas costeras registran un intercambio crítico en la interfaz del océano y la atmósfera, donde los micro plásticos depositados en el mar, son eyectados hacia el aire debido al oleaje y los vientos. Este fenómeno transforma los residuos plásticos marinos en partículas suspendidas, expandiendo la contaminación hacia el entorno terrestre e impactando directamente la calidad del aire que respiran las personas. (Reynoso, 2025)

Por tanto, los PM10 son uno de los principales indicadores de la calidad del aire dado su impacto en la salud pública y su capacidad de interactuar con procesos como la dispersión y la acumulación del calor.

Además, la OMS (2021) advierte que “tanto las PM10 como la PM2,5 están relacionadas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares y con un aumento de la mortalidad prematura, especialmente en ciudades con mucho tráfico o alta actividad industriales”.

Figura 4

Diagrama del Marco Conceptual



Nota. (Elaboración Propia – Darwin Ganchozo, Zavala Anthony)

3.4 MARCO JURÍDICO Y/O NORMATIVO

La presente investigación se sustenta en el marco legal vigente de la República del Ecuador, el cual garantiza el derecho de los ciudadanos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

3.4.1 Normativas Nacionales

3.4.1.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Esta es la norma suprema que rige el ordenamiento jurídico.

- **Art 14:** Se reconoce el derecho de los ciudadanos a vivir en un ambiente sano y equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Sumak Kawsay).
- **Art 66, numeral 27:** Se define como el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

3.4.1.2 Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)

Este código regula la gestión ambiental en el territorio nacional.

- **Art. 104:** Establece las responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) en la prevención, control y seguimiento de la contaminación atmosférica.
- **Art. 105:** Define la importancia de los sistemas de monitoreo y la generación de datos para la evaluación de la calidad del aire.

3.4.1.3 Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS, 2016)

Esto es fundamental para la carrera de Arquitectura, ya que vincula la calidad del aire con la planificación urbana.

- **Art. 5:** Define la función social y ambiental de la propiedad de la ciudad, la cual está orientada a garantizar un hábitat seguro y saludable.

3.4.1.4 Norma Técnica Ecuatoriana INEN

- **Norma NTE – INEN 2204:** Gestión ambiental, aire puro. Límites máximos permitidos de emisiones de contaminantes para fuentes móviles como vehículos.
- **TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente):** Libro VI, Anexo 4, que dicta las normas de calidad de aire y niveles máximos de concentración para PM_{2,5} y PM₁₀ y demás gases.

3.4.1.5 Ordenanza Municipal del GAD Manta

- **Ordenanza de Gestión Ambiental del Cantón Manta:** Establece los mecanismos de control local para la emisión de ruidos y gases contaminantes dentro del área urbana, especialmente en zonas de alta densidad, como el corredor estudiado.

3.4.2 Normas Internacionales

3.4.2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda Urbana 2030 – ONU)

Se fundamenta de forma transversal en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y se alinean con tres objetivos globales interconectados:

- **ODS 9: Industria, Innovación e infraestructura:** Centrado en el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles y resilientes. El proyecto responde a:
 - **Meta 9.5:** Promueve la investigación y la actualización tecnológica de los sectores industriales y habitacionales. La integración de tecnologías emergentes como el IoT, para monitorear variables climáticas y contaminantes representa una innovación metodológica clave para modernizar las infraestructuras de diagnóstico urbano tradicional.
- **ODS 11: Ciudades y Comunicaciones Sostenibles:** Este objetivo establece la urgencia de lograr que los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. La investigación impacta directamente sobre:
 - **Meta 11.6:** Orientada a reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales.

- **Meta 11.7:** Enfocada en proporcionar acceso universal a espacios públicos verdes y seguros, los cuales dependen directamente del confort ambiental.
- **ODS 13: Acción por el Clima:** Establece medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. A través de:
 - **Meta 13.1:** Busca fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a riesgos relacionados con el clima, este estudio provee datos para el diseño de estrategias de mitigación pasiva contra fenómenos antropogénicos.

3.4.2.2 Norma ISO 7730

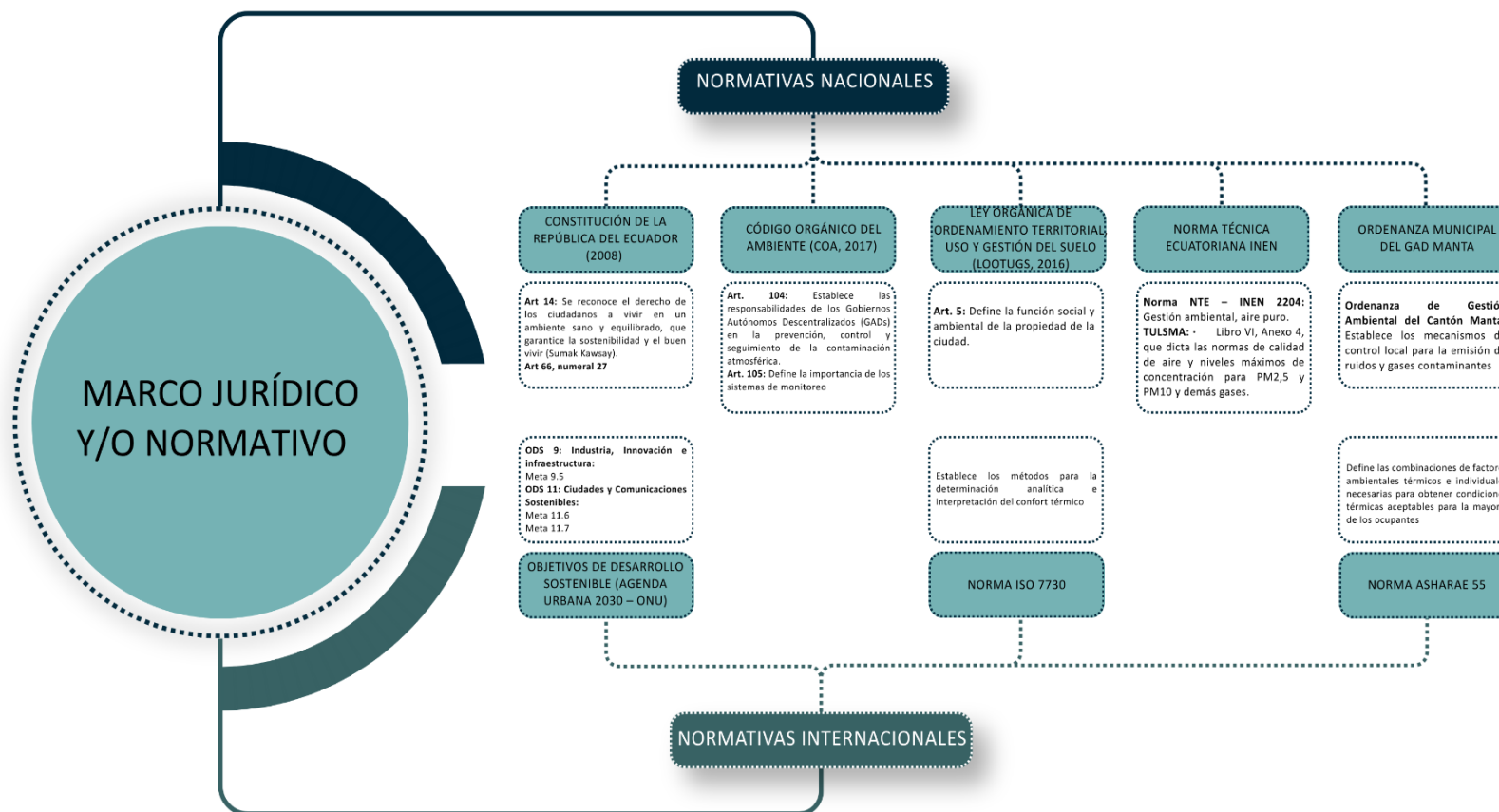
Establece los métodos para la determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante al cálculo de los índices PMV y PPD, permitiendo contrastar matemáticamente las métricas ambientales recolectadas por el dispositivo IoT con las escalas de percepción térmica internacional.

3.4.2.3 Norma ASHARAE 55

Define las combinaciones de factores ambientales térmicos e individuales necesarias para obtener condiciones térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes, sirviendo como base conceptual para estructurar modelos de confort adaptativo en clima tropicales.

Figura 5

Diagrama del Marco Jurídico y Normativo



Nota. (Elaboración Propia – Darwin Ganchozo, Zavala Anthony)

3.5 MODELO DE REPERTORIO

La selección de los modelos de repertorio está en línea con la necesidad de validar la efectividad de sistemas de monitoreo ambiental y el uso de tecnología IoT en la gestión urbana.

3.5.1 Caso Internacional: Programa de Gestión de la Calidad del Aire en Beijing, China (2013-2022):

- **Fundamentos:** El proyecto se fundamentó en la “Teoría de los micro - entornos urbanos”, que sostienen que las estaciones de monitores oficiales captan la variabilidad real a nivel de calle. En Beijing, se utilizó el concepto de “Big Data” asumiendo que la contaminación no es uniforme, sino que depende la morfología.

Figura 6

El Antes y el Después de la Contaminación en Beijing, China



Nota. Representación de la Contaminación del aire en Beijing, China / antes y después. Tomada de *El País*, Por Soy502, 2015 (<https://www.soy502.com/articulo/antes-antes-despues-contaminacion-china>).

- **Estructura:** Se desplegó una red de más de 1.000 nodos sensores IoT de bajo costo. La estructura se dividió en tres capas:
 - 1- **Capa de Percepción:** Se utilizaron sensores láser para PM 2,5 cada 1 km².
 - 2- **Capa de Transmisión:** Realizados mediante redes móvil con datos en tiempo real.
 - 3- **Capa de Aplicación:** Algoritmo que cruzaba los datos del aire con el flujo vehicular.
- **Resultados:** Lograron identificar que el 40% de la contaminación provenía de fuentes móviles en puntos ciegos de las estaciones oficiales. El modelo alcanzó una precisión de 75% en predicciones de 24 horas, permitiendo alertas tempranas.

3.5.2 Caso Nacional: Evaluación de la Calidad del Aire en “Cañones Urbanos” de Quito (Estudio Académico USFG – Secretaría de Ambiente):

- **Fundamentos:** Esta evaluación se basó en la mecánica de fluidos aplicada al urbanismo, específicamente el “Efecto Cañón”. Este fundamento explica cómo las edificaciones a ambos lados de una vía atrapan los contaminantes, impidiendo que el viento lo disperse algo que sucede en tramos específicos de la Avenida Cultura.
- **Estructura:** Se utilizaron unidades de monitoreo portátil instaladas en las estructuras urbanas a la altura de la nariz humana (1.50 m a 2.00 m). Se midieron PM 2,5, y ruido, de forma simultánea durante periodos de alta congestión vehicular.

Figura 7

El Grave Problema de Contaminación Vehicular en Quito, Ecuador



Nota. Representación de la Contaminación en Quito/Ecuador por el Tráfico Intenso. Tomada de *El Comercio*, Por Diego Pallero, 2025 (<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/parroquia-mas-contaminada-norte-quito-impacta-traffic/>).

- **Resultados:** Se demostró que, en las calles con edificios de más de 3 pisos, la concentración de contaminantes era hasta 3 veces mayor que en áreas abiertas,

3.5.3 Caso Internacional: Redes de Monitoreo Ambiental Ciudadano Basadas en IoT (CanAir IO y Plataforma AQICN):

Este caso referencial analiza la integración de hardware de código abierto y plataformas de datos en la nube enfocadas en la monitorización de la calidad del aire y variables climáticas.

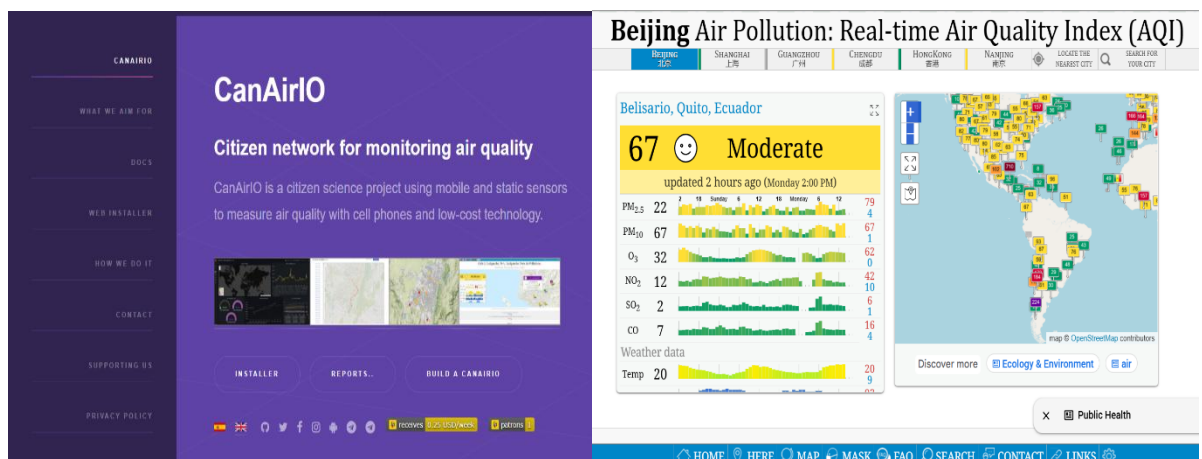
- **CanAirIO:** Es una iniciativa tecnológica de ciencia ciudadana nacida en Bogotá, Colombia, desarrollada por activistas, ingenieros y diseñadores urbanos independientes. Su objetivo original fue permitir que comunidades e investigadores construyan sus propias estaciones portátiles de bajo costo.
- **AQICN (Air Quality Index):** Es un proyecto de escala mundial fundado en Pekín, China (2007). Funciona como nodo de visualización cartográfica más grande del planeta, unificando datos de más de 30,000 estaciones de monitoreo en 130 países.

El Flujo Metodológico de CanAirIO:

- **Construcción y Configuración del Dispositivo:** Se ensambla el sensor utilizando componentes de hardware libre (microcontrolador ESP32 + sensor de material particulado + sensor de temperatura/humedad). Después, se le carga el firmware oficial de CanAirIO, y los convierte en datos de texto (PM 2.5, PM 10, °C, %HR).
- **Enlace y captura (aplicación móvil):** El dispositivo se enciende y enlaza vía Bluetooth con la aplicación móvil de CanAirIO, y recibe los datos simultáneamente.
- **Ruta de Monitoreo (El recorrido en Sitio):** Se recorre el área de estudio y mientras se camina se va generando un rastro de puntos, guardándolos de forma sincrónica
- **Sincronización y Publicación (La nube):** Una vez finalizado el recorrido, se finaliza desde la app y sube de manera automática en la nube CanAirIO (utilizando Wi-fi o datos móviles). Los servidores publican en su mapa interactivo global.

Figura 8

Interfaz CanAirIO - AQICN



Nota. Interfaz CanAirIO - AQICN. Tomada de CanAirIO, 2026 (<https://canair.io/>)

Figura 9

Metodología del Dispositivo CanAirIO



Nota. Dispositivo CanAirIO - AQICN. Tomada de *CanAirIO*, 2026 (<https://canair.io/docs/>)

Resultados obtenidos: Los resultados de la implementación de este enfoque tecnológico demuestran que las redes distribuidas de sensores IoT aportan ventajas para el análisis del espacio evaluado.

- **Validación del Enfoque Metodológico:** Se confirma que el uso de hardware libre (microcontroladores y sensores acoplados) es técnicamente viable, preciso y académicamente aceptado para construir diagnósticos de microclimas urbanos en contextos latinoamericanos.
- **Importancia de la Georreferenciación:** Se destaca la necesidad de enlazar cada dato captado por el sensor a una coordenada geográfica exacta para poder correlacionar los resultados con variables de diseño urbano.
- **Monitoreo Adaptado al Contexto Local:** El éxito de CanAirIO evidencia que las soluciones de monitoreo deben ser portátiles y de fácil mantenimiento para adaptarse a las realidades climáticas y logísticas del entorno urbano en estudio.

4. CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se define bajo un enfoque cuantitativo, estructurado para medir y analizar la relación de las variables ambientales y espaciales mediante métodos estadísticos y matemáticos. Este enfoque es idóneo para la investigación, ya que permite analizar y traducir las mediciones físicas del ambiente y material particulado, obtenidas in situ a través del dispositivo (IoT), en bases de datos numéricos objetivos y comparables. Es decir, al emplear esta metodología, se anula la subjetividad interpretativa, garantizando que el diagnóstico de habitabilidad y contaminación se sustente en registros empíricos y verificables de la realidad urbana del área de estudio.

El alcance de la investigación es de carácter correlacional, debido a que tiene el propósito de determinar el grado de correspondencia existente entre las variables analizadas, sin que implique la manipulación deliberada de las condiciones del entorno. Además, el diseño del estudio se define como no experimental, debido a que los fenómenos y variables se medirán en el contexto natural, sin intervención directa ni alteración de las condiciones físicas. Asimismo, es de corte transeccional, debido que la recolección de los datos ambientales se los tomará en un periodo, tiempo único y delimitado en el sitio, capturando datos instantáneos y representativos del comportamiento del clima para el posterior análisis estadístico.

4.2 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo correlacional, orientada a examinar y describir la relación existente entre las variables ambientales, sin alterar el estado natural del territorio. Esto evalúa si las variaciones en las variables independientes (morfología urbana) se asocian de manera significativa con variaciones dependientes (confort higrotérmico y calidad del aire).

4.3 Diseño de la investigación

Esta investigación se basa en un diseño de corte transversal, caracterizado por realizar la recolección de los datos en periodo temporal delimitado. Esta estrategia permite capturar datos simultáneos de las variables ambientales para proceder con su análisis correlacional estadístico, a través del dispositivo tecnológico propuesto garantiza que se establezcan relaciones sobre una base de tiempo consistente.

4.4 Variables de estudio

4.4.1 Variable Independiente (X) – Morfología Urbana y Dinámica Vehicular:

Mide la forma física de las calles (geometría, altura de edificios) y el flujo de los carros (cantidad y tipo de vehículos) que transitan en el sector.

4.4.2 Variable Dependiente (Y) – Concentración Atmosférica y Confort Ambiental:

Mide el impacto real en el ambiente a través de la contaminación del aire (PM2,5, PM10), el ruido, el microclima (temperatura y humedad) y la percepción ciudadana.

4.4.3 Variables de Control:

Factores externos que podrían alterar los resultados: Incluyen el viento, el clima y la hora exacta en la que se toman los datos, asegurando que nada interfiera en la comparación.

4.5 Métodos

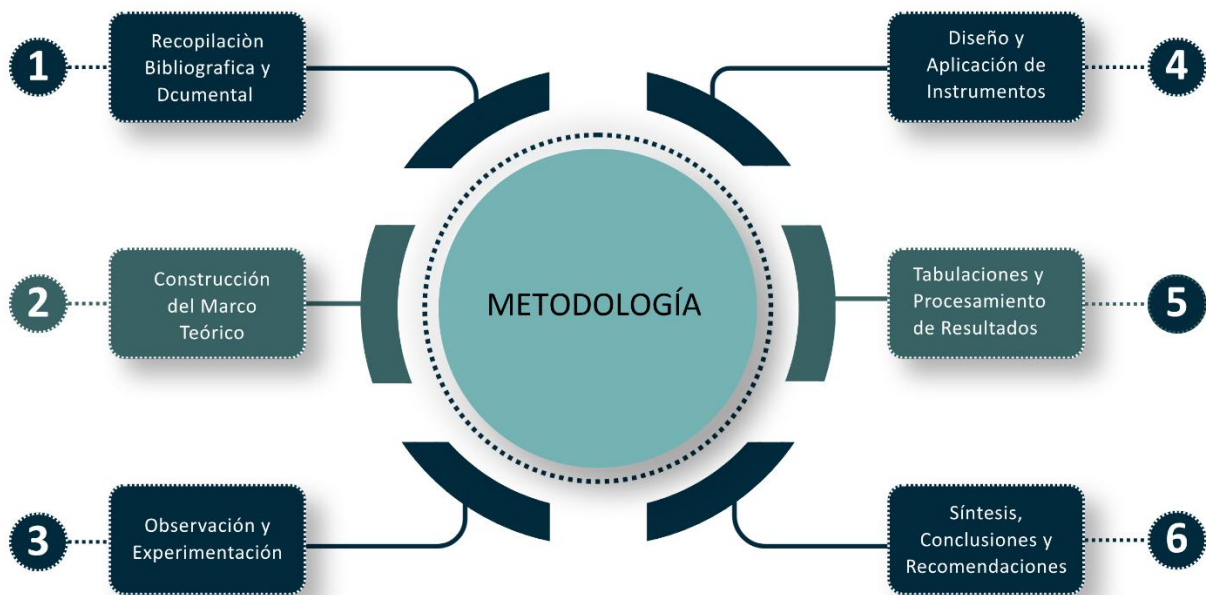
La investigación se estructura en 6 fases sistemáticas:

- **Fase 1 (Recopilación bibliográfica y documental):** Levantamiento de información secundaria proveniente de documentos oficiales como el PDOT del GAD Municipal de Manta, Normativas nacionales (TULSMA, INEN) y el análisis repertorio internacionales. El fin es diagnosticar la situación ambiental previa de la ciudad.
- **Fase 2 (Construcción del marco teórico):** Se desarrollará la base conceptual que articula el urbanismo bioclimático, la gestión de riesgos y la tecnología IoT. Actúa como la hoja de ruta técnica para profundizar en las bases teóricas requeridas.
- **Fase 3 (Observación y experimentación):** Se aplicarán procesos de razonamiento basados en observación directa in situ. A partir de los casos específicos medidos en el corredor Vía Puerto - Aeropuerto y la Av. de la Cultura, se generarán conclusiones generales sobre el comportamiento de las variables ambientales en la zona.
- **Fase 4 (Diseño y aplicación de instrumentos):** Se estructurarán las herramientas de levantamiento de datos. En el marco cualitativo, se utilizarán fichas de observación y encuestas; en el marco cuantitativo, la herramienta principal será el dispositivo ELLySIO (Tecnología IoT), el cual capturará datos en tiempo real técnicos estandarizados (como PM2,5 y PM10, humedad, ruido y temperatura),

- **Fase 5 (Tabulación y procesamiento de resultados):** Los datos recolectados se procesarán mediante herramientas estadísticas y software especializado (para este caso se hace uso de la aplicación Arduino) para su representación en tablas, cuadros y gráficos comparativos.
- **Fase 6 (Síntesis conclusiones y recomendaciones):** Finalmente, se interpretarán los resultados para validar la idea de defender, formulando el modelo pronóstico y recomendaciones que servirán de guía para la planificación urbana sostenible.

Figura 10

Fases Sistemáticas – Metodología



Nota. Elaboración Propia – Darwin Ganchozo

4.6 Criterios para la selección de los Puntos Estratégicos de Monitoreo

La definición de los puntos elegidos para el monitoreo, conformado por los 5 puntos estratégicos sobre el tramo de estudio, el cual está comprendido de un corredor longitudinal de aproximadamente de 3.60 kilómetros y un polígono de intervención con un área de 2.20 km², se realizó en base a una metodología basados en tres criterios: la condición morfológica, la intensidad y flujo vehicular y las fuentes contaminantes identificadas.

A continuación, se presenta una tabla y varios gráficos donde se fundamenta metodológicamente la selección técnica de cada punto:

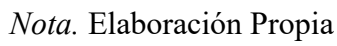
Tabla 3

Criterios y Justificación para la selección de los Puntos Estratégicos

Punto	Nombre del punto	Coordenadas Geográficas (Lat/Lon)	Intensidad vehicular	Fuentes contaminantes identificadas	Condición morfológica	Criterio técnico que justifica la selección
1	Entrada a Seafman – Vía Puerto-Aeropuerto	0°56'54.3"S 80°41'58.8"W	Muy Alto – 2000 a 2300 veh/h	Tráfico vehicular, Industrias	Vía principal amplia, borde costero y con poca vegetación.	Alta intensidad vehicular, actividad industrial, receptores residenciales.
2	Redondel Playita Mía – El Astillero	0°57'03.4"S 80°42'37.5"W	Congestionado – 2500/3000 veh/h	Tráfico vehicular, Industrias	Redondel con alta circulación vehicular, edificaciones cercanas	Congestión vehicular, actividad comercial e industrial,
3	Redondel de Inepaca – Puente Elevado	0°57'02.0"S 80°43'13.8"W	Crítico - Congestionado – Más de 3000 veh/h	Tráfico vehicular, Industrias	Paso elevado con varios carriles y alta concentración de vehículos.	Máxima intensidad vehicular, diversidad de usos, alta exposición poblacional.
4	Explanada Nuevo Tarqui – Av. de la Cultura	0°57'14.2"S 80°43'27.7"W	Muy Alto – 2000 a 2500 veh/h	Tráfico vehicular	Vía con franja central con vegetación arbolado, y espacios abiertos.	Alta circulación vehicular, áreas residenciales, equipamientos barriales,
5	Paso Elevado y Redondel – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial	0°57'25.7"S 80°43'44.7"W	Alto – 1500 a 2000 veh/h	Tráfico vehicular	Vía de varios carriles franja central con vegetación	Alta circulación vehicular, áreas residenciales, equipamientos barriales,

Nota. Elaboración Propia

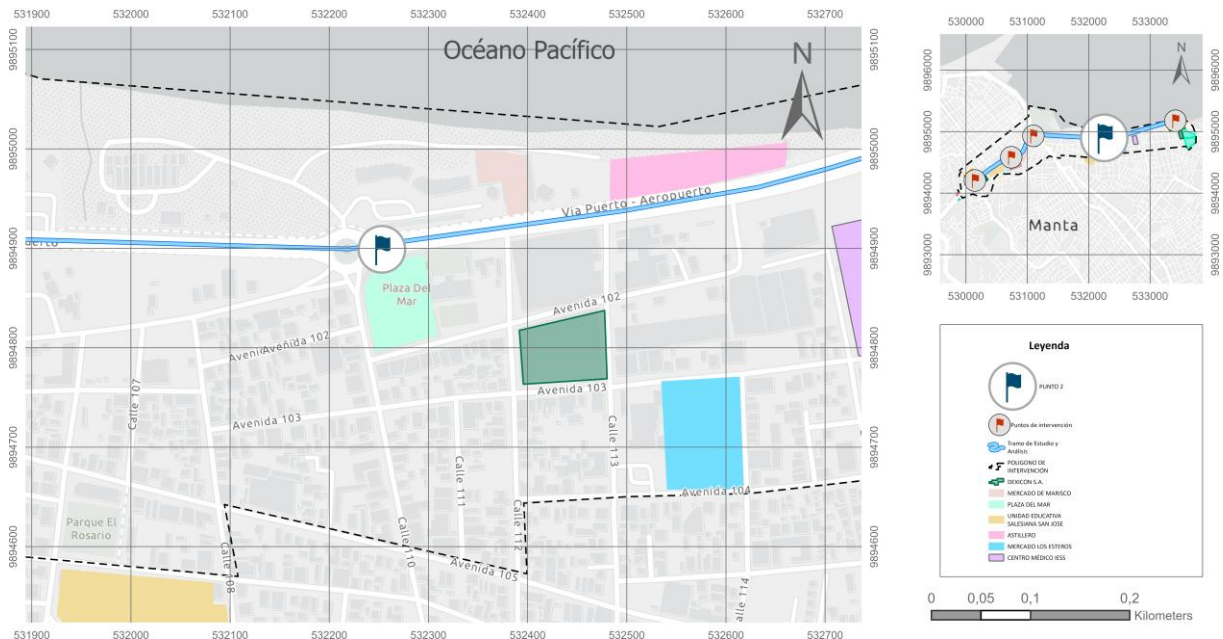
Mapa de Ubicación del Punto 1



63

Figura 12

Mapa de Ubicación del Punto 2

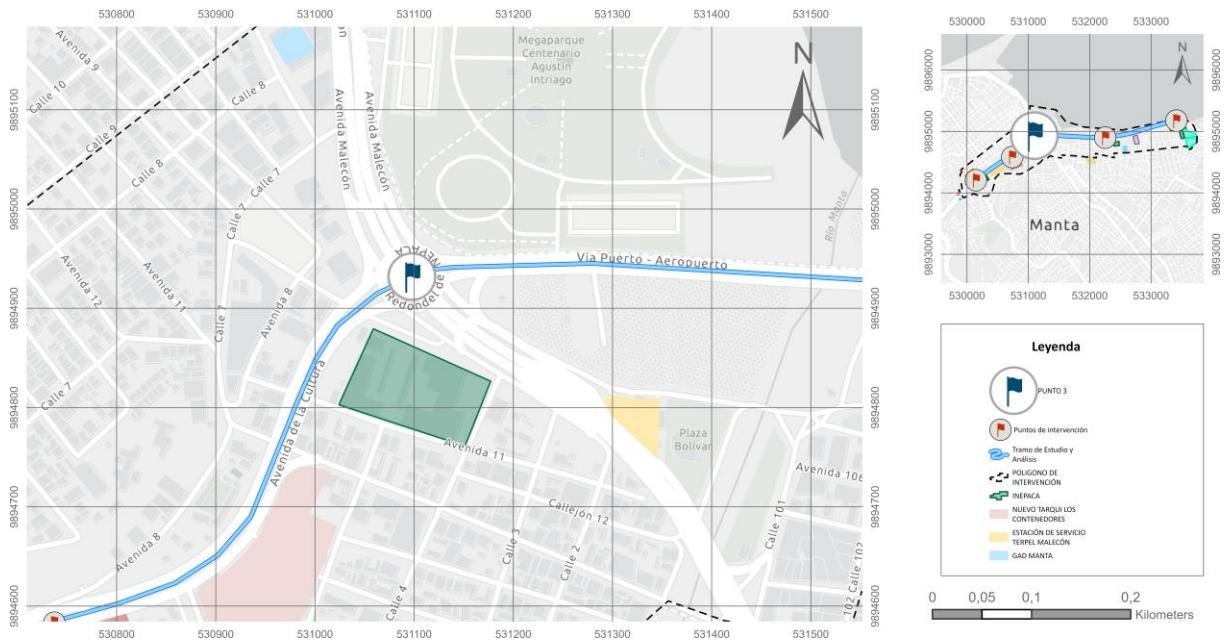


Nota. Elaboración Propia

Se justifica el punto 2 (Redondel Playita Mía – El Astillero) por su condición de nodo vial congestionado, con un flujo vehicular alto y congestionado, propio de un redondel de alta convergencia donde confluyen varias vías de acceso al sector de El Astillero. A esto se suma la actividad comercial característica de la zona, así como una zonificación de uso de suelo residencial-industrial-comercial, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población.

Figura 13

Mapa de Ubicación del Punto 3

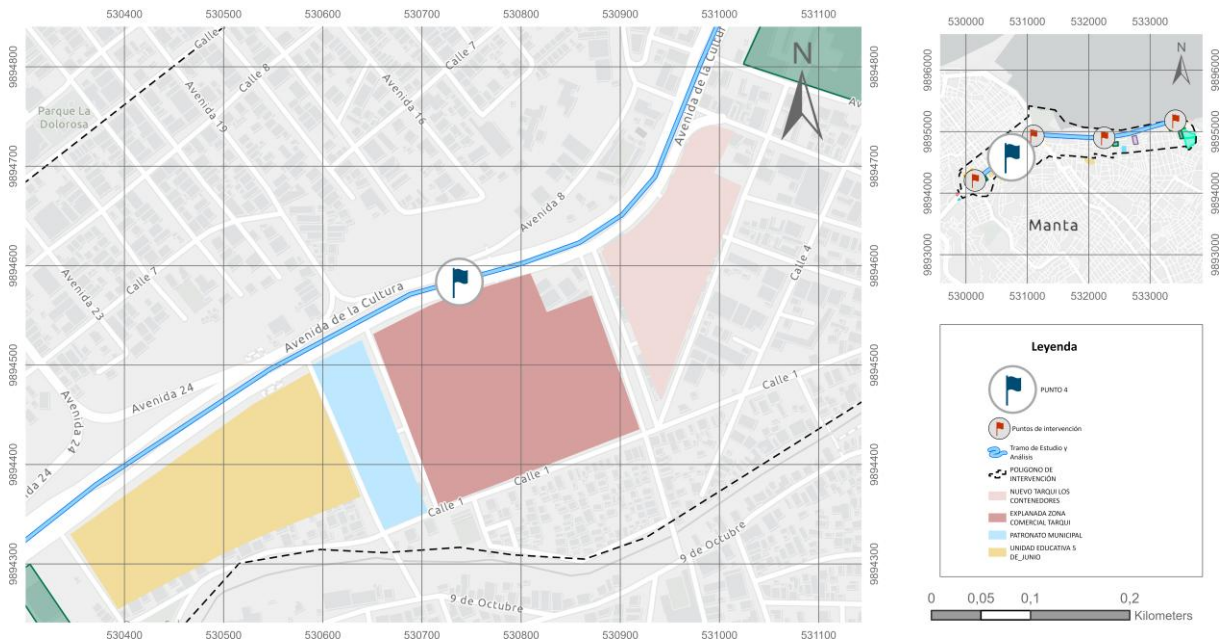


Nota. Elaboración Propia

Constituye el punto de mayor intensidad vehicular en general, con un flujo crítico superior a 3000 vehículos/hora, esta alta densidad vehicular sostenida, combinada con la geometría de la infraestructura (puente de varios carriles), genera condiciones de mayor turbulencia y concentración localizada de contaminantes bajo y alrededor de la estructura. El entorno inmediato presenta una diversidad de usos de suelo residencial, industrial, múltiple y centro histórico lo que amplía los grupos vulnerables expuestos.

Figura 14

Mapa de Ubicación del Punto 4



Nota. Elaboración Propia

Se selecciona este punto 4 (Explanada Nuevo Tarqui – Av. de la Cultura) por registrar una intensidad vehicular muy alta, la ausencia de fuentes fijas industriales en el entorno permite atribuir de forma más directa las concentraciones registradas al tráfico vehicular como fuente dominante. El uso de suelo circundante es residencial y múltiple, con presencia de equipamientos barriales, lo que evidencia una alta vulnerabilidad poblacional por tratarse de un sector densamente habitado con infraestructura comunitaria (mercado, servicios barriales).

Figura 15

Mapa de Ubicación del Punto 5



Nota. Elaboración Propia

Se justifica este punto 5 (Paso Elevado y Redondel – Av. de la Cultura / Av. Interbarrial) por su intensidad vehicular alta, El entorno corresponde a un uso de suelo residencial y múltiple, con equipamiento barrial y equipamientos educativos cercanos, lo que implica una exposición poblacional relevante en un sector de conectividad vial estratégica de la ciudad.

4.7 Procedimientos utilizados en función de los objetivos específicos

A continuación, en el siguiente apartado se describen los procedimientos utilizados para la obtención y análisis de datos, estructurados en función de los objetivos específicos.

4.7.1 Objetivo 1: Fundamentos Teóricos de Variables Ambientales y Morfología Urbana:

Fundamentar los conceptos de variables ambientales y de morfología urbana.

- **Método de Revisión documental y bibliográfica.** Se utilizará para recopilar y analizar información de fuentes oficiales como el PDOT y el PUGS del GAD Municipal de Manta. Este método permite comprender la evolución del tejido urbano en el eje Vía Puerto - Aeropuerto y el marco legal ambiental vigente. (COA, 2020)

- **Método comparativo repertorio:** Se aplicará para contrastar los casos de estudio internacionales (Beijing) y nacionales (Quito) con la realidad local, extrayendo lecciones sobre el uso de redes de sensores en ciudades costeras.

4.7.2 Objetivo 2: Metodología aplicada para el monitoreo y captura de datos:

Establecer la metodología de monitoreo para la captura de datos con el dispositivo ELLySIO, definir puntos estratégicos, parámetros y técnicas de recolección.

- **Método de observación directa:** Consiste en visitas de campo, al corredor vial para identificar los “puntos críticos” de tráfico y los perfiles de cañones urbanos. Se los seleccionarán basando la pertinencia del espacio y la densidad del flujo vehicular.
- **Método experimental:** Se aplicará mediante la configuración y la calibración del dispositivo ELLySIO. Este método permite verificar la precisión de los sensores láser y NDIR antes de la toma de datos definitiva, asegurando que los registros de PM 2,5 y PM 10, temperatura, humedad y ruido sean técnicamente válidos.

4.7.3 Objetivo 3: Diagnostico Comparativo y Condiciones Ambientales Actuales:

Diagnosticar el comportamiento ambiental y morfológico actual mediante un análisis comparativo-correlacional (aplicando el coeficiente de Kendal), en dos periodos temporales.

- **Método de medición y monitoreo (Cuantitativo):** Es el método principal de la investigación. Se organizará la recopilación de datos a través de mediadores inteligentes IoT. Donde se registrarán las variaciones temporales de material particular y microclima en los dos escenarios planteados (feriado/lluvioso y regular/seco).
- **Método analítico – Sintético y Correlacional:** Se aplicará para procesar los resultados de los dos períodos de estudio. Este método permitirá descomponer los datos por horarios y ubicaciones, para luego sintetizarlos en un diagnóstico que identifiquen las áreas de mayor saturación y vulnerabilidad ambiental en la zona urbana.

4.7.4 Objetivo 4: Caracterización de la Percepción Social y Confort Ciudadano:

Conocer la percepción de los habitantes con respecto al impacto de las actividades industriales, comerciales y el flujo vehicular.

- **Método de Encuesta (Socio – Ambiental):** Se aplicará un cuestionario estructurado a la población residente y transeúnte del eje vial. El objetivo es contrastar la “percepción de contaminación” del ciudadano con los datos técnicos del sensor, validando el impacto social de la problemática.
- **Método de Entrevistas Semiestructuradas:** Se desarrollará mediante diálogos técnicos dirigidos con líderes comunitarios, planificadores del GAD Municipal y comerciantes representativos del sector.

4.8 Técnicas e Instrumentos

4.8.1 Sensores IoT (Internet of Things) – Dispositivo ELLySIO

- **Descripción:** Instalación de sensores en puntos estratégicos para la medición tiempo real, con estancia aproximada de 15 minutos en cada zona destinada.
- **Objetivo:** Monitorear de forma continua la calidad del aire y registrar niveles de contaminación.
- **Variables de medición:** Material particulado (PM 2,5 y PM 10), niveles de ruido, temperatura y humedad.
- **Instrumento:** Dispositivo ELLySIO, programado en Arduino (Página en línea para recopilar información), que utiliza un punto de acceso móvil para transmitir datos en la red de tipo real.
- **Obtención:** Dispositivo programado y construido por el Ing. Gabriel Salvatierra.

Figura 16

Dispositivo Empleado – ELLySIO



Nota. Elaboración Propia (Fotografía Tomada por el Grupo de Trabajo)

Tabla 4

Variables Ambientales de medición del Dispositivo ELLySIO

Temperatura (°C): Magnitud física que expresa el grado de frío o calor del ambiente
Humedad (RH): Expresión porcentual de la cantidad de vapor de agua presente en el aire con respecto a la máxima posible para unas condiciones dadas de presión y temperatura.
Partículas (PM_{2,5}): Son las partículas en el aire que tienen un diámetro de 2,5 micrómetros.
Partículas (PM₁₀): Son las partículas en suspensión que tienen un diámetro de hasta 10 micrómetros y que pueden ser inhaladas por los pulmones.
Ruido (dB): Los decibelios (dB) son la unidad de medida de la intensidad de un sonido.

Nota. Elaboración Propia

4.8.2 Plan de Monitoreo de Campo

El levantamiento de datos se estructuró bajo un Plan de monitoreo sistemático, aplicado de manera idéntica para ambos periodos de estudio, con el fin de garantizar la relación estadística de los registros.

- **Frecuencia de Medición:** Se estableció en 5 jornadas de salida da campo no consecutivas para cada Periodo Temporal (aproximadamente 2 a 3 veces por semana), concentradas en la franja horaria de mayor flujo vehicular del corredor (12:00p.m. a 13:30p.m.), por ser la hora de mayor exposición a contaminantes.
- **Secuencia y Tiempo de Monitoreo por Puntos:** En cada jornada de monitoreo, se recorrió los 5 Puntos estratégicos siguiendo siempre la misma secuencia (P1 – P2 – P3 – P4 - P5), permaneciendo aproximadamente 15 minutos en cada Punto para la captura de datos con el dispositivo ELLySIO (PM_{2,5} – PM₁₀ – Temperatura – Humedad – Ruido). Esta secuencia fija por circuito permitió mantener un intervalo de tiempo proporcional entre puntos, minimizando la variabilidad temporal como fuente de error entre mediciones dentro de una misma jornada.
- **Procesamiento IoT, Almacenamiento en la Nube y Descarga de Datos:** Los datos que se obtienen en tiempo real con el dispositivo, es gracias a la conexión de un punto de acceso móvil con internet, hacia la nube mediante la Plataforma Arduino

IoT Cloud. Las variables son procesadas y visualizadas continuamente mediante el Panel de Control en Línea. Finalmente, la base de datos acumulada se gestiona y descarga directamente desde el servidor web en formato de Excel, para su posterior filtrado y análisis estadístico (con la aplicación SPSS).

A continuación, se explica en las siguientes tablas la frecuencia de monitoreo, así como, una matriz de planificación de la captura según las condiciones ambientales de cada Punto:

Tabla 5

Tabla de Frecuencia de Monitoreo

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	Duración total del Registro	Puntos Recorridos en la Jornada	Secuencia de Medición	N° de Muestras totales
Periodo 1 (Crítico-Lluvioso)	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	485 datos registrados
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	547 datos registrados
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	452 datos registrados
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	480 datos registrados
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	438 datos registrados
Periodo 2 (Regular - Seco)	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	435 datos registrados
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	520 datos registrados
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	415 datos registrados
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	450 datos registrados
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	~60 min a 90 min	5 puntos	P1 → P2 → P3 → P4 → P5	405 datos registrados

Nota. Elaboración Propia

Tabla 6*Matriz de Planificación por Punto Estratégico*

Punto	Nombre del punto	Coordenadas Geográficas (Lat/Lon)	Jornada de Registro	Altura y Ubicación del sensor	Tiempo de Exposición	Frecuencia de Toma de Muestra
1	Entrada a Seafman – Vía Puerto-Aeropuerto	0°56'54.3"S 80°41'58.8"W	Mediodía (Hora de mayor flujo vehicular)	1,50 m del nivel del suelo (Altura estándar de la zona de respiración)	~15 min Por Punto	Datos obtenidos cada 5 a 10 segundos
2	Redondel Playita Mía – El Astillero	0°57'03.4"S 80°42'37.5"W	Mediodía (Hora de mayor flujo vehicular)	1,50 m del nivel del suelo (Altura estándar de la zona de respiración)	~15 min Por Punto	Datos obtenidos cada 5 a 10 segundos
3	Redondel de Inepaca – Puente Elevado	0°57'02.0"S 80°43'13.8"W	Mediodía (Hora de mayor flujo vehicular)	1,50 m del nivel del suelo (Altura estándar de la zona de respiración)	~15 min Por Punto	Datos obtenidos cada 5 a 10 segundos
4	Explanada Nuevo Tarqui – Av. de la Cultura	0°57'14.2"S 80°43'27.7"W	Mediodía (Hora de mayor flujo vehicular)	1,50 m del nivel del suelo (Altura estándar de la zona de respiración)	~15 min Por Punto	Datos obtenidos cada 5 a 10 segundos
5	Paso Elevado y Redondel – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial	0°57'25.7"S 80°43'44.7"W	Mediodía (Hora de mayor flujo vehicular)	1,50 m del nivel del suelo (Altura estándar de la zona de respiración)	~15 min Por Punto	Datos obtenidos cada 5 a 10 segundos

Nota. Elaboración Propia

Esta matriz garantiza una comparabilidad estadística del levantamiento de datos al aplicar una secuencia de recorrido fija (del P1 al P5), y un tiempo constante de permanencia (15min por punto). Lo que minimiza el sesgo por variaciones temporales del tráfico y del clima. Este método, proporciona una base de datos sólida y representativa para el análisis de contaminantes en el corredor de estudio.

4.8.3 Cuestionarios y Encuestas

- **Descripción:** Aplicación de encuestas estructuradas a residentes y trabajadores del área de estudio.
- **Objetivo:** Recoger la percepción ciudadana sobre los efectos de la contaminación y su impacto en la calidad de vida.
- **Herramientas:** Formularios físicos y digitales (Google Forms).

4.8.4 Análisis de Imágenes Satelitales y Estudios de Campo

- **Descripción:** Uso de cartografía, junto a la observación directa en el sitio (Fotografías).
- **Objetivo:** Identificar cambios en ocupación del suelo y complementar los datos cuantitativos con observaciones cualitativas del entorno.
- **Herramienta:** Software geoespacial (QGIS, ArcGIS), Google Earth, GPS.

4.8.5 Software de Análisis de Datos

- **Descripción:** Uso de herramientas estadísticas para interpretar la información.
- **Objetivo:** Extraer conclusiones relevantes de forma precisa.
- **Herramienta:** Lenguajes de programación y software estadísticos (SPSS).

4.8.6 Entrevistas Semiestructuradas

- **Descripción:** Diálogos con expertos y autoridades locales.
- **Objetivo:** Obtener perspectivas técnicas y recomendaciones profesionales responsables de la gestión ambiental.
- **Herramientas:** Cuestionarios, guías y grabadora de audio.

4.8.7 Diseño de la Muestra (Método Empírico)

Universo de la Muestra: El universo está constituido por la población urbana del cantón Manta, considerando el área de estudio dentro del límite de la ciudad de Manta. Según los datos del Instituto Nacional Estadístico y Censos (INEN) del censo 2022, el área de estudio de investigación está centrada en la población urbana del cantón Manta, en la que se consta una población aproximada de 258.697 habitantes.

Tabla 7*Población del Cantón Manta - Censo del Año 2022*

Cantón Manta	Total de habitantes
Población Urbana	258.697 habitantes
Nota. Datos recopilados de Resultados del Censo 2022. (INEC, 2022) https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/	

Cálculo de Tamaño de la Muestra: Para obtener un resultado estadísticamente representativo de la percepción ciudadana, se aplica la fórmula para poblaciones finitas:

Figura 17*Fórmula para sacar el tamaño de muestra*

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

Nota. Elaboración Propia**Tabla 8***Simbología para la Fórmula de Obtención de Muestra*

N: Tamaño de la Población Universo
n: Nivel de la muestra buscada
Z: Nivel de confianza
P: Probabilidad de éxito – proporción esperada
q: Probabilidad de fracaso
e: Error Máximo admisible
W: Precisión – Error máximo admisible en términos de proporción

Nota. Elaboración Propia

Figura 18

Obtención de la Muestra mediante el reemplazo de Datos

$$n = \frac{258.697 * 1,96^2 * 80 * 20}{5^2 * (258.697 - 1) + 1,96^2 * 80 * 20} = 245,63$$

Nota. Elaboración Propia

Como resultado, el tamaño la muestra obtenida, se redondea al entero superior inmediato, estableciendo una muestra final de 246 personas. Este valor se calculó aplicando a nivel de confianza del 95% con un margen de error máximo admisible del 5%, y una probabilidad de éxito - fracaso de 80/20. Estas personas, serán objeto de las encuestas para conocer su percepción sobre el impacto de la contaminación en nodos críticos del estudio.

4.9 Análisis de datos

Una vez recopilados los datos, se aplicará el siguiente método estadístico:

4.9.1 Método de Correlación

Coefficiente de Kendall (τ): Se determina si dos conjuntos de datos clasificados en rangos tienen una ordenación similar, indicando la fuerza y dirección de la relación. Para datos ordinales y tamaños muestrales pequeños.

El resultado de la Tau de Kendall siempre varía entre (-1) y (+1):

- **(+1):** Indica una correlación positiva perfecta (acuerdo total). Los rangos de ambas variables son idénticos.
- **(-1):** Indica una correlación negativa perfecta. Los rangos son inversos.
- **(0):** Ausencia de correlación o independencia entre las variables.

Se considera además que:

- ✓ **$r > 0.7$:** Correlación fuerte.
- ✓ **r entre 0.4 y 0.7:** Correlación moderada.
- ✓ **$r < 0.4$:** Correlación débil.
- ✓ **$p < 0.05$:** Significancia estadística (si la correlación es válida).

4.10 Fuentes

Con el fin de garantizar la información recolectada sea verídica, técnica y actualizada, se han gestionado diversas fuentes documentales y experimentales que responden a los objetivos planteados de la investigación.

4.10.1 Fuentes Primarias

Corresponden a la información obtenida de manera directa por los estudiantes de la ULEAM en el campo de estudio, proporcionando datos originales e inéditos.

- **Población (Encuestas):** Ciudadanos residentes y trabajadores en el eje vial del estudio, cuya percepción permite diagnosticar el impacto de la contaminación.
- **Monitoreo Ambiental (Dispositivo ELLySIO):** Datos técnicos recolectados en tiempo real sobre el material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀), gases, ruido y variable microclimática en los puntos estratégicos.
- **GAD Municipal de Manta:** Información técnica y administrativa obtenida directamente de las direcciones de Planteamiento Urbano y Gestión Ambiental.
- **Establecimientos Comerciales:** Datos recopilados de las actividades económicas situadas en el margen de las vías de estudio para evaluar su dinámica logística.
- **Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Manta 2022:** Documentación oficial que rige la planificación actual del cantón.
- **Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) 2021:** Instrumentos normativos que define la zonificación y los usos permitidos en el área urbana.

4.10.2 Fuentes Secundarias

Constituyen la base teórica-referencial que sustenta el análisis de los datos primarios:

- **Portales Oficiales y Bibliotecas Digitales:** Repositorios académicos para la consulta de normativas de la OMS y estándares de calidad del aire.
- **Bibliográficas y Literatura Especializada:** Libros y artículos científicos sobre urbanismo bioclimático, morfología urbana y sensores de bajo costo.
- **Trabajos de Investigación (Repertorios):** Tesis de grado y posgrado previas, así como casos de estudio nacionales e internacionales que sirven como antecedente metodológico.

5. CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico Territorial y Urbano – Vía Puerto-Aeropuerto y Av. de la Cultura

5.1.1 Contextualización y Delimitación del Área de Estudio

El área de estudio de la investigación se desarrolla en la zona urbana consolidada del cantón Manta, delimitándose específicamente a lo largo del corredor vial conformado por la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura. Este tramo y eje geográfico se caracteriza por tener un alto dinamismo social y cultural, al integrar el frente marítimo-portuario, sectores tradicionales como el Astillero y el mercado de mariscos de Playita Mia y zonas de gran comercio interior como la explanada de Nuevo Tarqui y áreas residenciales densas y pobladas.

La relevancia de esta investigación, radica en evaluar cómo la morfología urbana de las secciones viales escogidas incide de forma directa en la dispersión, retención y mitigación de los contaminantes ambientales y niveles de confort.

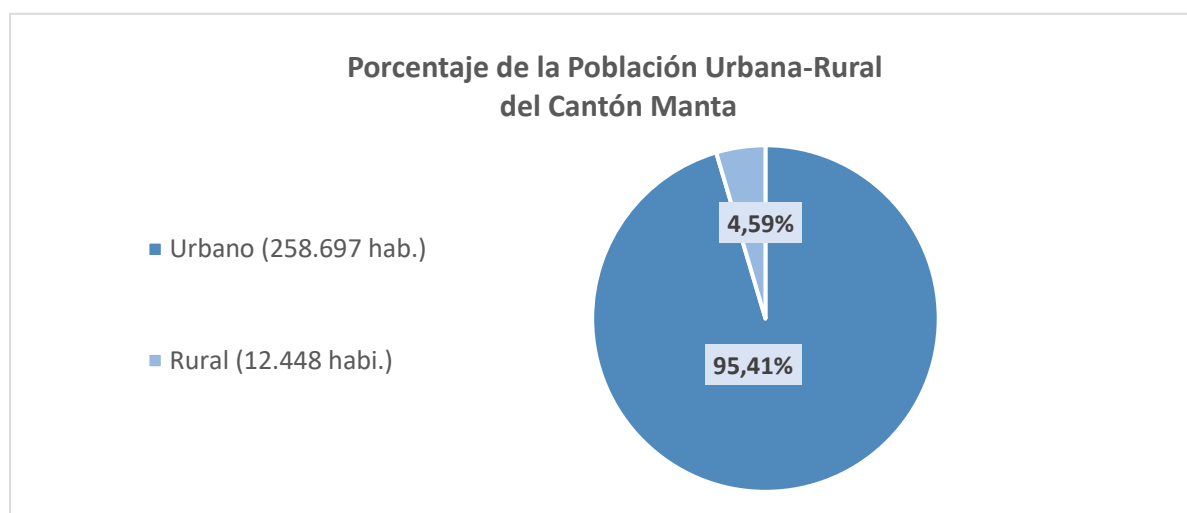
5.1.2 Análisis del Entorno Físico, Social y Económico

5.1.2.1 Características Sociodemográficas y Dinámicas de la Población.

Los corredores viales de estudio, como el tramo de la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura reciben y soportan las altas demandas de movilidad, transporte de carga e interacción social derivadas del nivel poblacional presente.

Figura 19

Datos del Porcentaje Urbano-Rural, Población del Cantón Manta

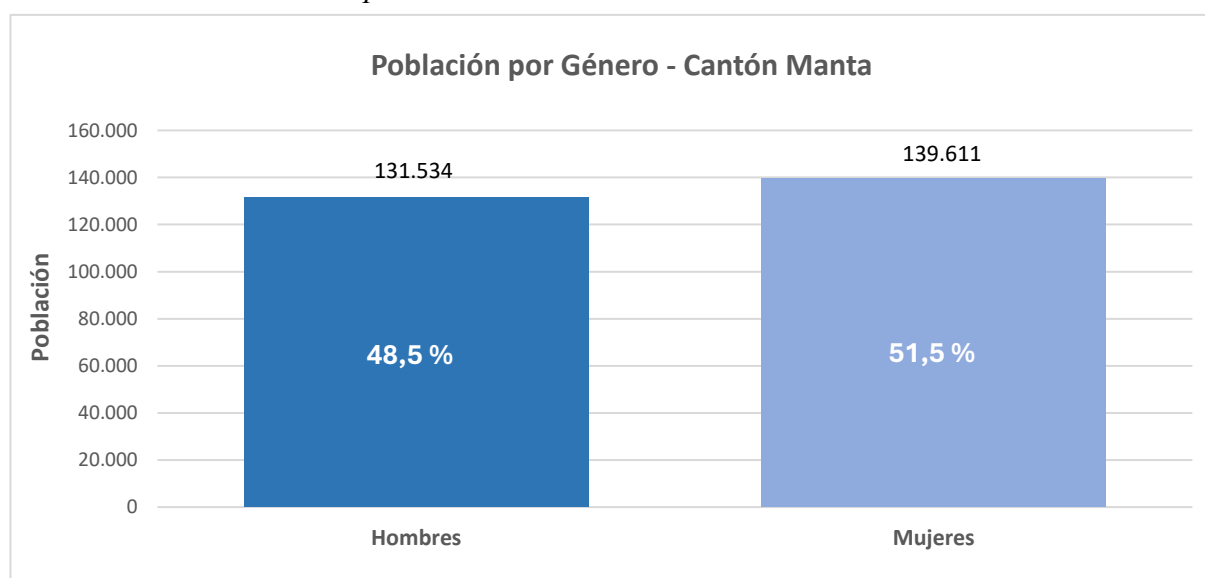


Nota. Elaboración Propia. Datos obtenidos del (INEC, 2022)

La ciudad de Manta es considerada como el motor económico de la provincia Manabita, la cual cuenta con una población de 271.145 habitantes, con 258.697 de la población perteneciente al sector urbano (95,41%) y 12.448 pertenecientes al sector rural (4,59%). Además, esta ciudad se caracteriza por tener un modelo de desarrollo económico del territorio, que se ha ido consolidado históricamente en sector pesquero – industrial, el puerto marítimo y la oferta de servicios a escala regional.

Figura 20

Datos de Población por Género del Cantón Manta



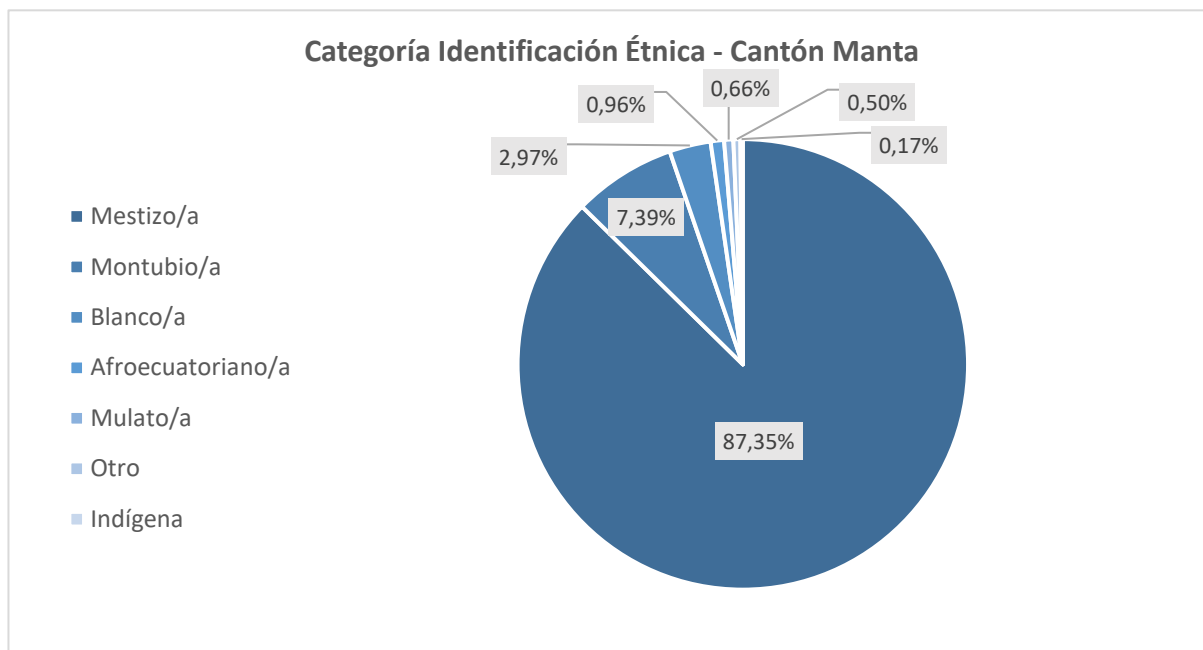
Nota. Elaboración Propia. Datos obtenidos del (INEC, 2022)

Según los datos del INEC (2022) el cantón dispone de una población por género en donde un 51,5% (139.611 habitantes) corresponden al género femenino y un 48,5% (131.534 habitantes) corresponden al género masculino.

Esta ligera mayoría de la población femenina, resulta clave al analizar la exposición a factores contaminantes. La mayor presencia de mujeres en dinámicas peatonales y comerciales a nivel de calle en el cantón Manta, implica una exposición prolongada a las emisiones de material particulado y altos niveles de ruido. Por ende, esto sustenta la necesidad del análisis urbano, respondan directamente a las demandas de habitabilidad y salud pública de la mayoría de la población cantonal.

Figura 21

Porcentaje de Autoidentificación Étnica del Cantón Manta



Nota. Elaboración Propia. Datos obtenidos del (INEC, 2022)

Según los gráficos anteriores, se puede observar un porcentaje mayor de la población mestiza con un 87,35% (235.754 habitantes). Esta estructura sociocultural predominante, evidencia una identidad urbana homogénea que fundamenta las dinámicas poblacionales y de apropiación del espacio público en la Ciudad de Manta.

5.1.2.2 Características Económicas

El cantón Manta es uno de los más importantes centros económicos, industriales, financieros y comerciales del Ecuador. Las actividades principales de la ciudad son el comercio, industria pesquera y el turismo, donde sobresale la pesca del atún y el turismo representado por sus playas, junto a sus festividades durante el año.

Para un análisis más profundo de la economía de Manta se expone el Valor Agregado Bruto (VAB) que es la información recopilada por el Banco Central del Ecuador que funciona como la institución que instrumenta la política monetaria y los movimientos financieros del Ecuador.

Tabla 9*Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta*

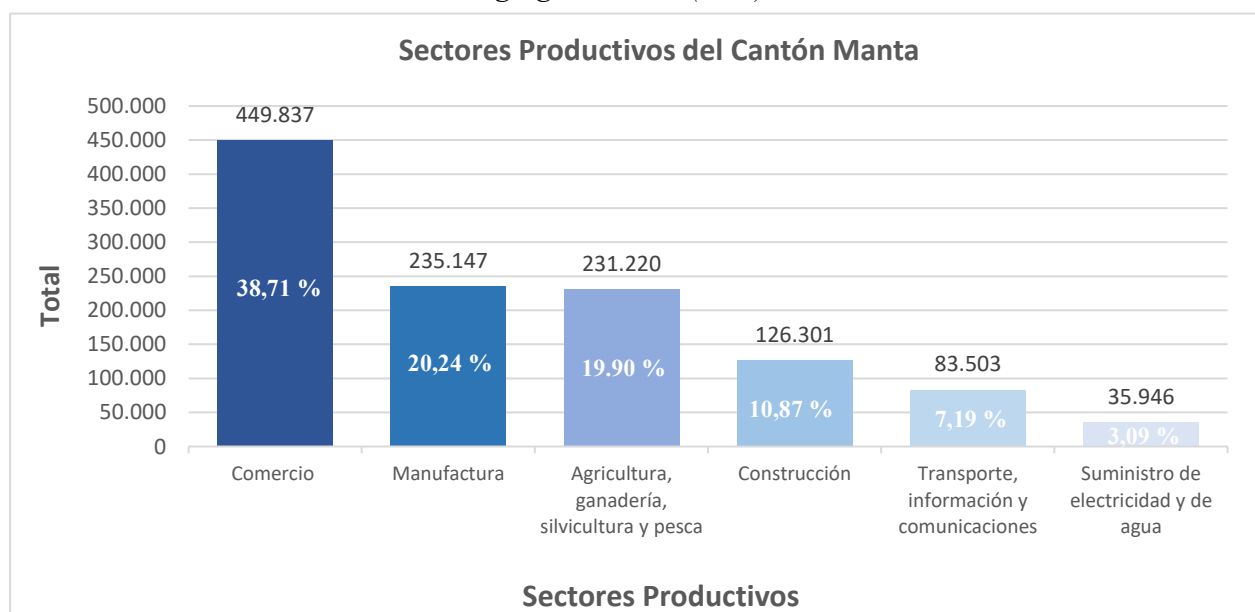
Cantón	Producción	Consumo Intermedio	Valor Agregado Bruto
Manta	3.691.294	1.934.407	1.756.887

Nota. Elaboración Propia. Datos obtenidos del Banco Central del Ecuador. 2022

Se puede observar los datos de producción y del Consumo Intermedio del cantón Manta, el cual se refiere a los bienes y servicios que se consumen. A continuación, se presenta las principales ramas de actividad económica y sus valores estimados en el Cantón Manta:

Tabla 10*Sectores Productivos - Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta*

Cantón	Comercio	Manufactura	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Construcción	Transporte, información y comunicaciones	Suministro de electricidad y de agua
Manta	449.837	235.147	231.220	126.301	83.503	35.946

Nota. Elaboración Propia. Datos obtenidos del Banco Central del Ecuador. 2022**Figura 22***Sectores Productivos - Valor Agregado Bruto (VAB) – Cantón Manta**Nota.* Elaboración Propia. Datos obtenidos del Banco Central del Ecuador. 2022

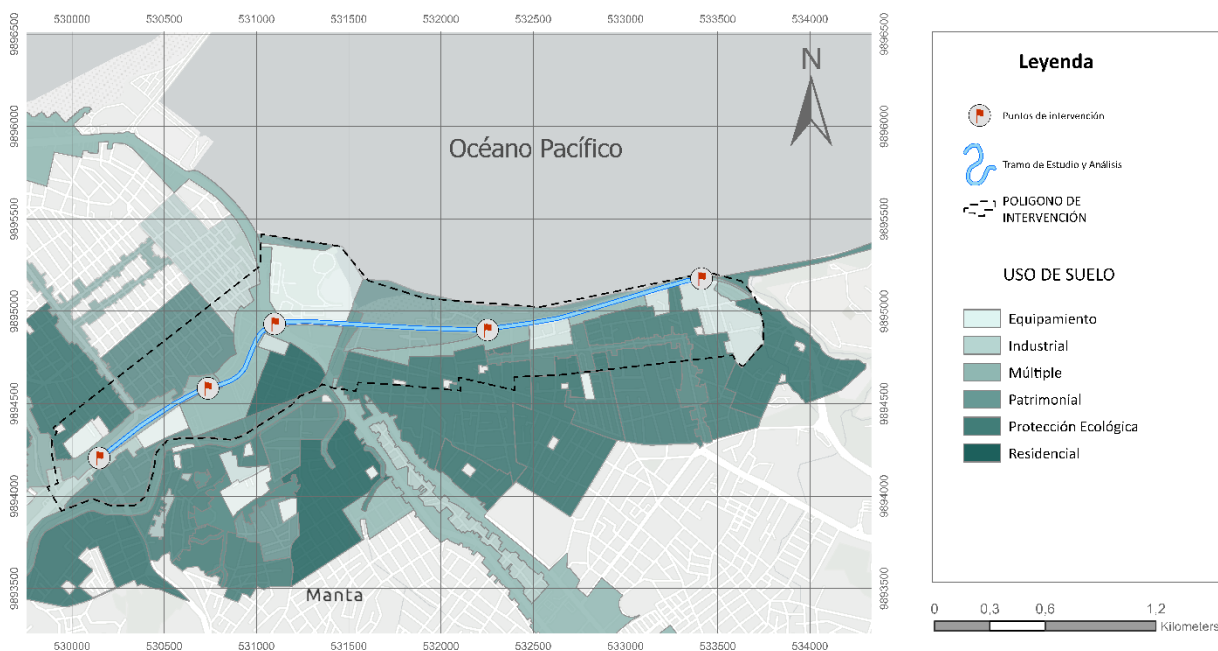
Según la tabla 6, los datos del BCE registraron que la economía total de Manta alcanzó una cifra de 1.756.887 dólares en lo que respecta a todos las diversas ramas de actividades comerciales e industriales que se muestran en la tablas y figuras anteriores, donde se observa que el Comercio en Manta, es el sector productivo más alto con un 38,71% de la economía.

5.1.3 Análisis del Uso de Suelo

A continuación, se presenta un mapa con la distribución de uso de suelo en el área urbana, dentro del polígono de investigación:

Figura 23

Mapa de Zonificación de Uso de Suelo – Polígono de Estudio



Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony/QGIS)

Análisis: Dentro del polígono de análisis el uso de suelo es variado, está determinado que se pueden desarrollar actividades industriales, múltiples (servicios – comercios), patrimoniales, residenciales y equipamiento, además dentro del polígono existen áreas de protección ecológica.

5.1.4 Análisis de los Equipamientos Urbanos

A continuación, se presenta un mapa con los distintos equipamientos urbanos cercanos y dentro del polígono de estudio (abarca la Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura):

Figura 24

Mapa de Equipamientos Urbanos – Polígono de Estudio



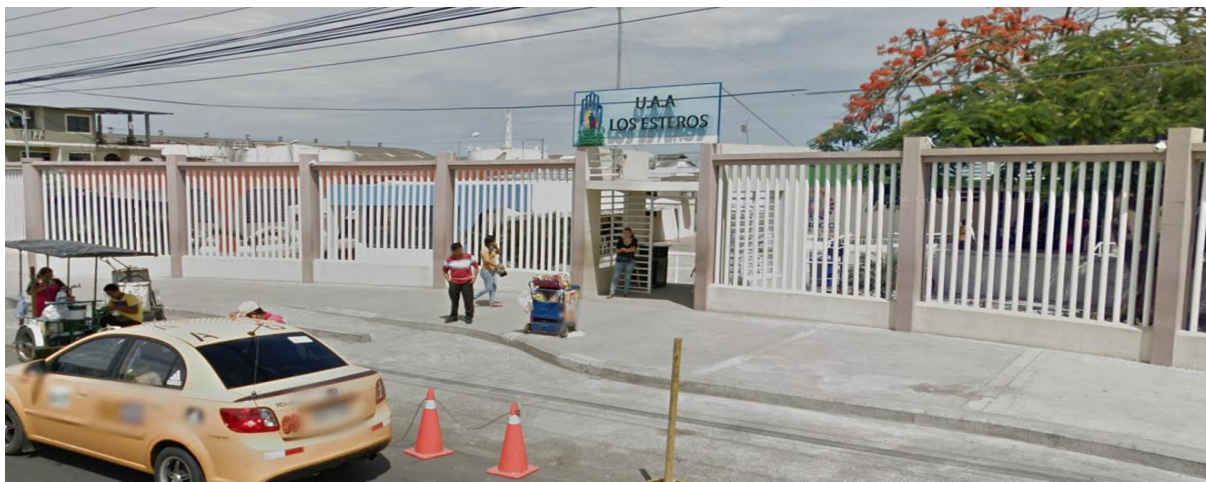
Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony/QGIS)

Análisis: Dentro del polígono se puede determinar que existen una amplia variedad de equipamientos urbanos que brindan servicios a la ciudadanía, entre ellos encontramos los comerciales, industriales, los de salud que se subdividen en públicos y privados; los educativos que en su mayoría son fiscales.

- **Equipamientos de Salud:** Dentro del Polígono de Estudio, se presentan los siguientes equipamientos de salud.
 1. Centro Médico IESS – Los Esteros
 2. Centro de Salud – Los Esteros
 3. Clínica – Los esterros
 4. Centro de Especialidades Médicas ALFA
 5. MultiMedical – Servicios de Salud
 6. Fundación Río-Manta

Figura 25

Centro Médico IESS – Los Esteros



Nota. Foto obtenida de Google Maps. <https://maps.app.goo.gl/SvoTuhwEzYZA5ucT6>

Figura 26

Clínica – Los Esteros



Nota. Foto obtenida de Google Maps. <https://maps.app.goo.gl/EhMb6gwqdiRsjk7W7>

- **Equipamientos Industriales:** Se presentan los siguientes equipamientos industriales.
 1. Conserva Seafman S.A.
 2. Mariscos de Exportación – MARDEX S.A.
 3. Conservas Isabel
 4. Dexicon S.A.
 5. Inepaca y Agripac S.A

Figura 27

Conserva Seafman S.A.



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 28

Inepaca



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

- **Equipamientos Comerciales:** Dentro del Polígono de Estudio, se presentan los siguientes equipamientos comerciales.
 1. Resto-Bar Misheal
 2. Mercado de Mariscos – Playita Mía
 3. Mercado Los Esteros
 4. Tuti – Los Esteros
 5. Plaza del Mar - Manta
 6. Plaza y Tía Tarqui
 7. Nuevo Tarqui – Contenedores
 8. Explanada Zona Comercial - Tarqui

Figura 29

Mercado de Mariscos – Playita Mía



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 30

Nuevo Tarqui



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

- **Equipamientos Educativos:** Dentro del Polígono de Estudio, se presentan los siguientes equipamientos educativos.
 1. Unidad Educativa Leonie Aviat
 2. Unidad Educativa Salesiana “San José”
 3. Unidad Educativa “5 de Junio”
 4. Unidad Educativa Fiscal Manta
 5. Escuela de Educación Básica “Luis Espinoza Martínez”

Figura 31

Unidad Educativa “5 de Junio”



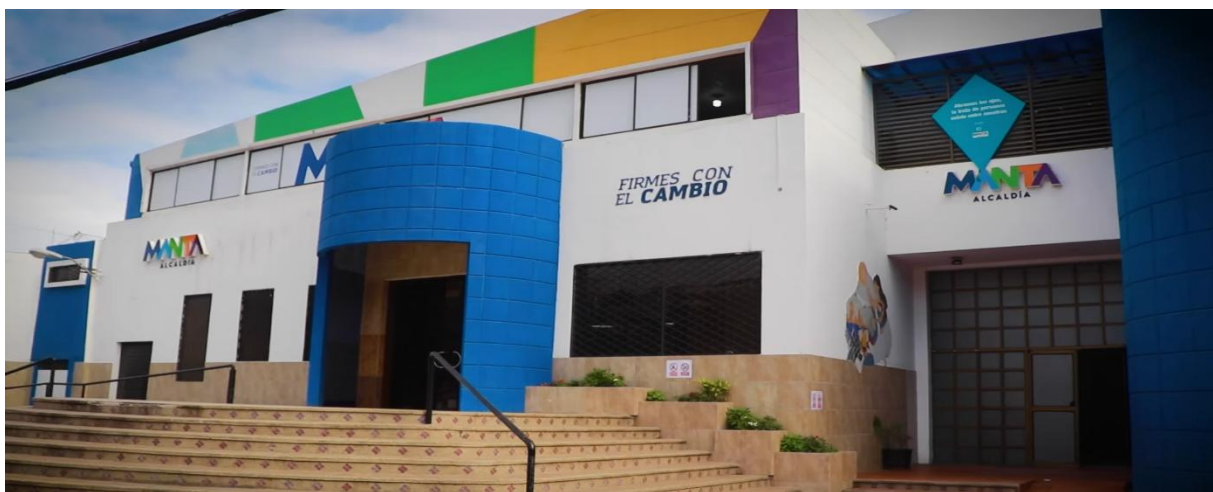
Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

- **Equipamientos de Servicios:** Se presentan los siguientes equipamientos de Servicios.

1. Estación de Servicio Terpel MALECÓN
2. Cementerio “Jardines de Paz”
3. Gasolinera Petrocomercial
4. Lavadora de Vehículos CARWASH
5. Estación de Bomberos – Los Esteros
6. GAD Manta y Patronato Municipal

Figura 32

Patronato Municipal de Manta



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 33

Gasolinera Petrocomercial



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

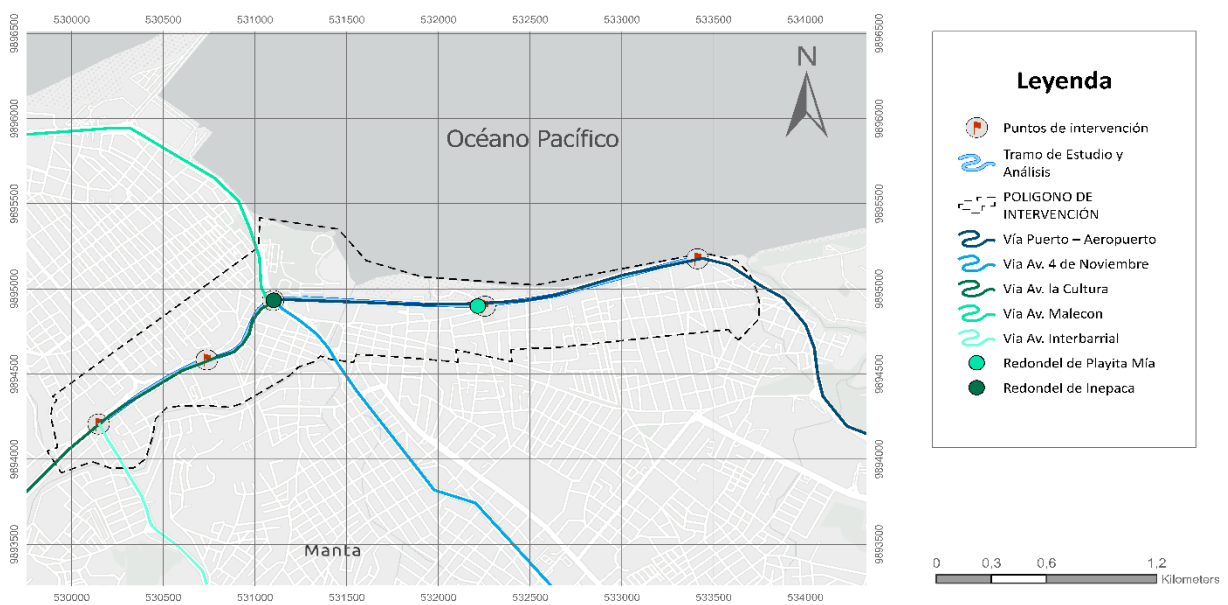
5.1.5 Análisis de la Morfología Vial y Entorno urbano

5.1.5.1 Análisis de las vías del Tramo en Estudio

El tramo de estudio de la investigación, abarca desde la Vía Puerto - Aeropuerto hasta el paso elevado y Redondel que conecta la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial. Este corredor actúa como un eje articulador que conecta los puntos de alta demanda, de los cuales se ha hecho el respectivo análisis y toma de muestra.

Figura 34

Mapa de Vías – Tramo y Puntos de Estudio

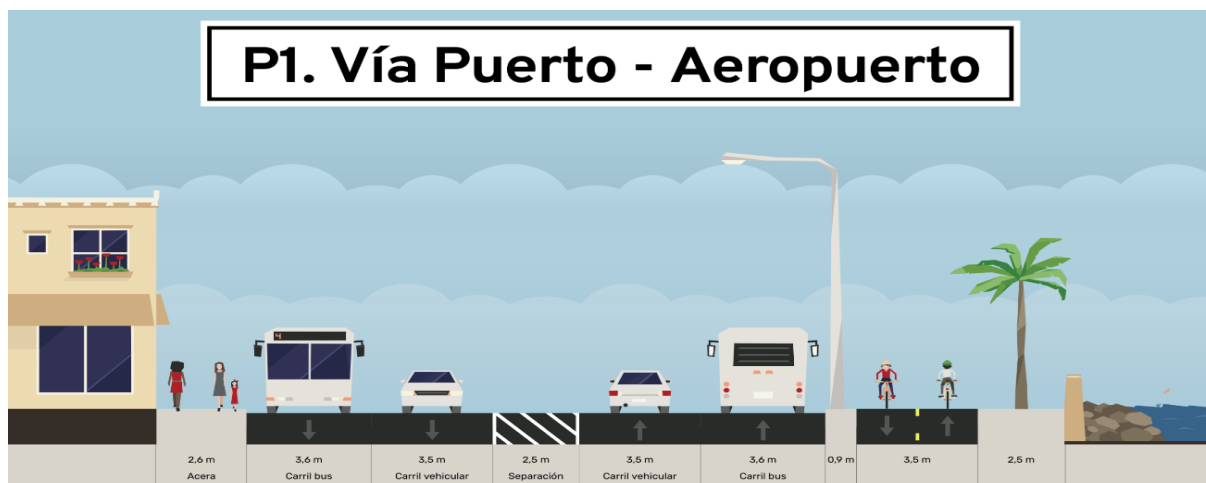


Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony/QGIS)

La morfología de las vías a lo largo del tramo, varía según varios factores. Como es el caso de la Vía Puerto-Aeropuerto, cuenta con un diseño que soporta flujos de tráfico pesado; La Av. de la Cultura, presenta un diseño con aceras continuas y parterres con vegetación.

Figura 35

Sección Punto 1 – Vía Puerto – Aeropuerto (Entrada Seafman)

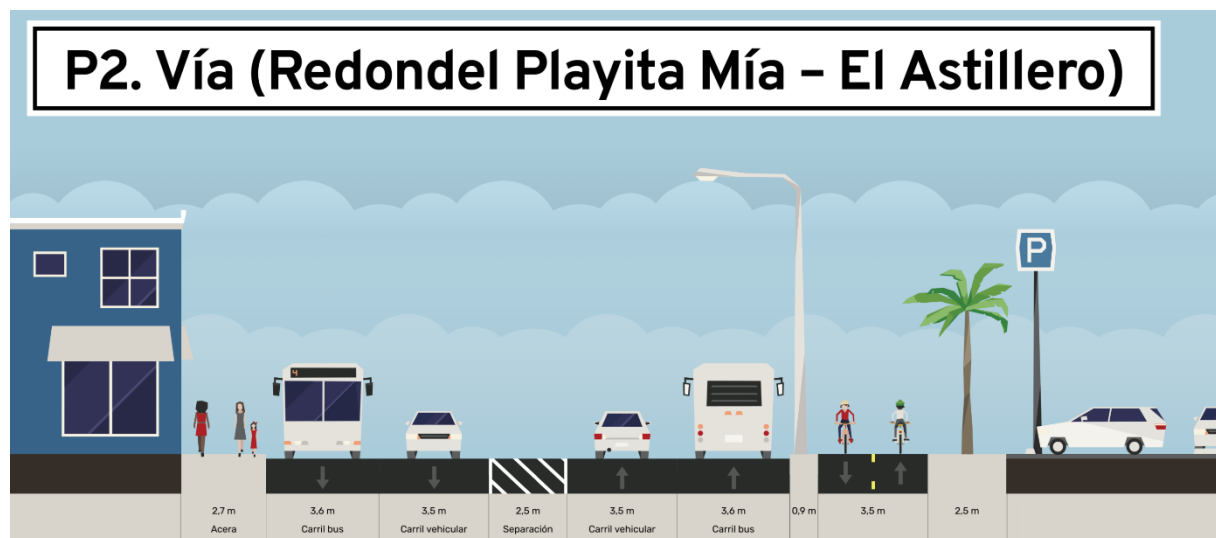


Nota. Elaboración Propia - <https://streetmix.net/darwinganchozo8/1/p1-via-puerto-aeropuerto>

- **Flujo Vehicular:** Muy Alto – 2000 a 2300 veh/h

Figura 36

Sección Punto 2 – Vía del Redondel Playita Mía (El Astillero)

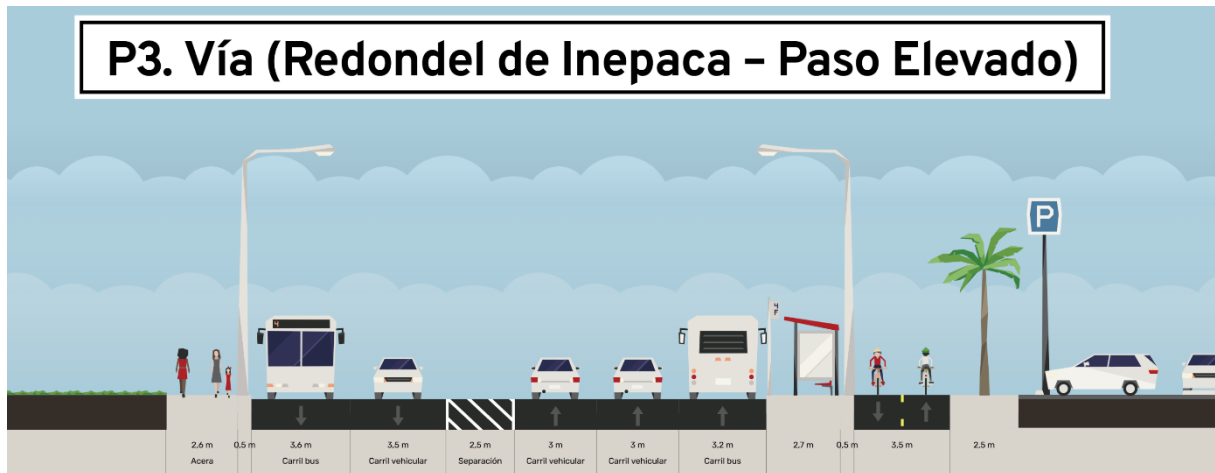


Nota. Elaboración Propia - <https://streetmix.net/darwinganchozo8/3/p2-via-redondel-playita-mia-el-astillero>

- **Flujo Vehicular:** Congestionado – 2500/3000 veh/h

Figura 37

Sección Punto 3 – Vía del Redondel de Inepaca – Paso Elevado



Nota. Elaboración Propia - <https://streetmix.net/darwinganchozo8/4/p3-via-redondel-de-inepaca-paso-elevado>

- **Flujo Vehicular:** Crítico - Congestionado – Más de 3000 veh/h

Figura 38

Sección Punto 4 – Vía Av. de la Cultura (Explanada Nuevo Tarqui)



Nota. Elaboración Propia - <https://streetmix.net/darwinganchozo8/5/p4-av-de-la-cultura-explanada-nuevo-tarqui>

- **Flujo Vehicular:** Muy Alto – 2000 a 2500 veh/h

Figura 39

Sección Punto 5 – Vía al Paso Elevado – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial



Nota. Elaboración Propia - <https://streetmix.net/darwinganchozo8/6/p5-via-al-paso-elevado-av-de-la-culturaav-interbarrial>

- **Flujo Vehicular:** Alto – 1500 a 2000 veh/h

Tabla 11

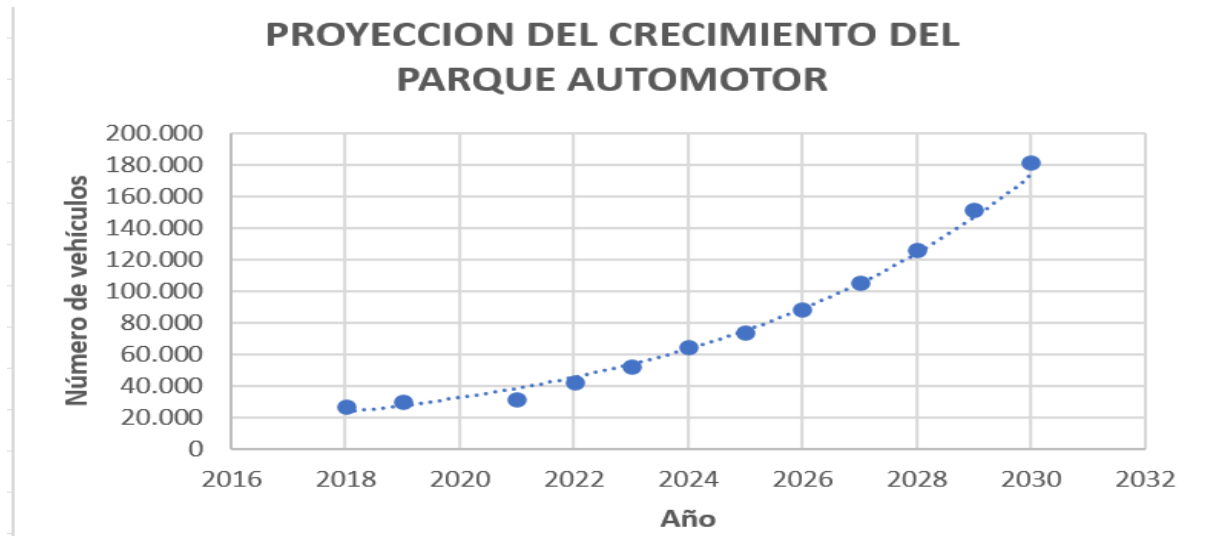
Proyección del Crecimiento del Parque Automotor en Manta

Año	Total de Vehículos Matriculados	Crecimiento (%)
2018	27.302	---
2019	29.676	8,70%
2021	31.238	5,26%
2022	42.000	34,45%
2023	52.000	23,81%
2024	65.000	25,00%
2025	73.599	13,23%
2026	88.154	19,78%
2027	105.587	19,78%
2028	126.468	19,78%
2029	151.479	19,78%
2030	181.435	19,78%

(Nota. Elaboración Propia – Información obtenida de *Polo del Conocimiento*. (Briones García, Cantos Cedeño, Mera Arteaga, & Saltos Loor, 2025) <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/10823>

Figura 40

Proyección del Crecimiento del Parque Automotor en Manta 2016 - 2032



(Nota. Elaboración Propia – Información obtenida de *Polo del Conocimiento*. (Briones García, Cantos Cedeño, Mera Arteaga, & Saltos Loor, 2025) <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/10823>

5.1.5.2 Análisis del viento en los Periodo I y II

La investigación abarca dos Periodos temporales diferentes, Periodo I (febrero/época lluviosa) y el Periodo II (junio/época seca). Se considera las diferentes direcciones y velocidades del viento que se presenta cada Periodo. A continuación, se muestra la variación del viento en los dos Periodos analizados, que comprende los meses de febrero y junio.

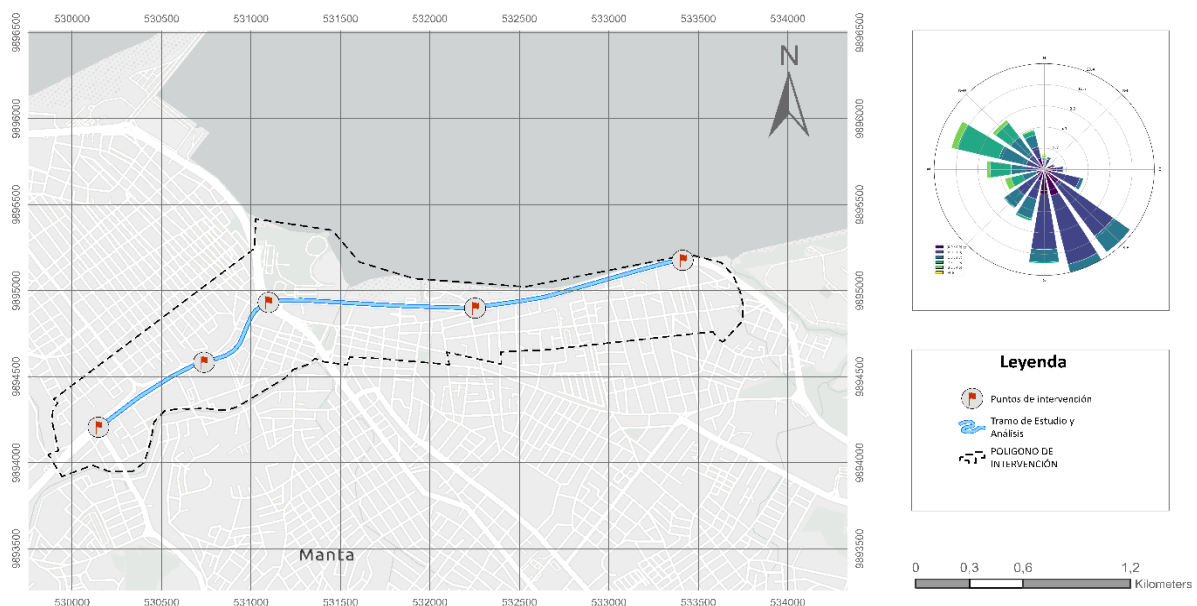
Figura 41

Dirección y Velocidad del Viento en el Periodo I



Figura 42

Dirección y Velocidad del Viento en el Periodo II



Nota. (Elaboración Propia– Darwin Ganchozo, Zavala Anthony/QGIS)

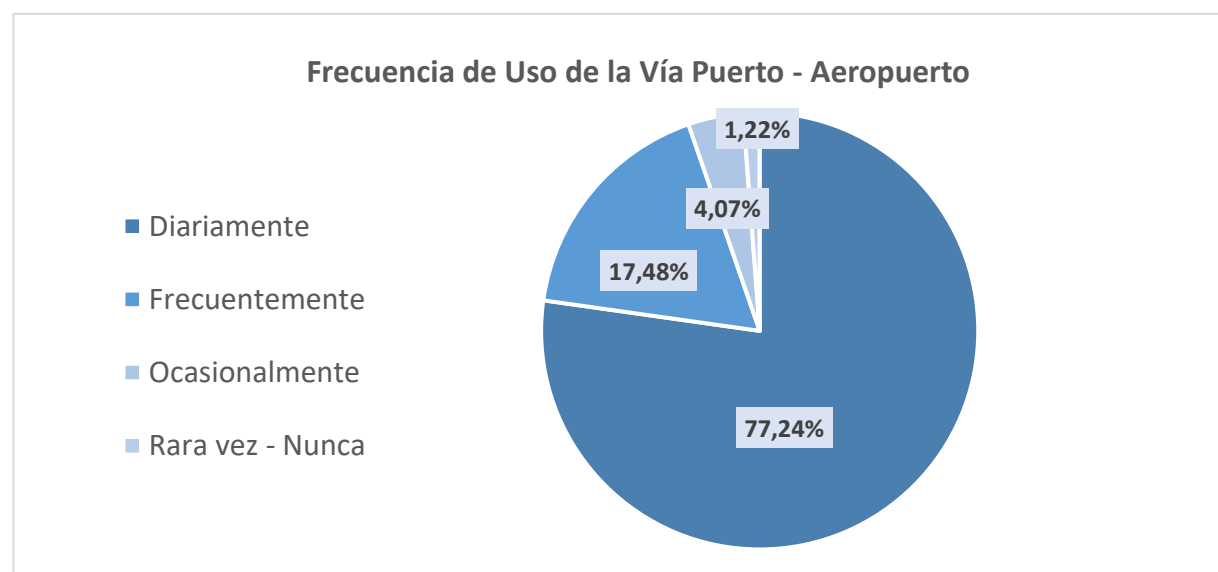
5.2 Resultados, presentación de hallazgos y discusión Correlacional

5.2.1 Percepción Ciudadana

Primeramente, se realizó un levantamiento de información a la población residencial y flotante del tramo en estudio, mediante encuestas en la Vía Puerto-Aeropuerto y Av. de la Cultura, con el fin de obtener un análisis en base a la percepción ciudadana.

Figura 43

Pregunta 1 – Sobre la Frecuencia de Uso de la Vía- Puerto-Aeropuerto



Nota. Elaboración Propia

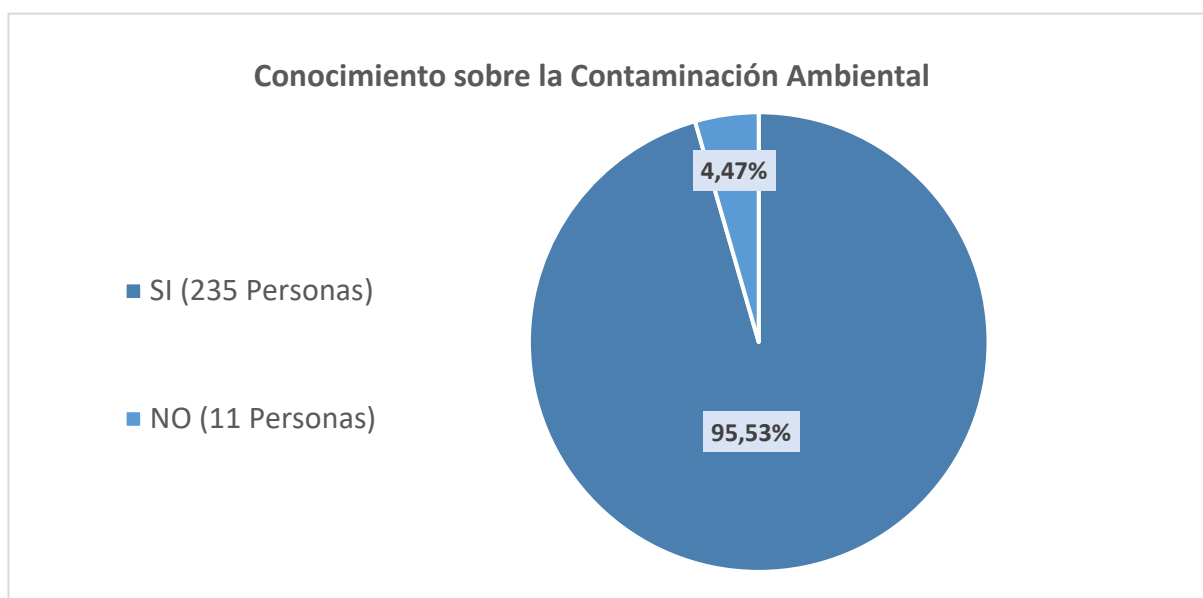
Los datos obtenidos demuestran que un 77,24% (190 personas) frecuentan el uso de esta vía Diariamente; un 17,48% (43 personas) usan esta vía Frecuentemente; un 4,07% (10 personas) frecuentan el uso de esta vía Ocasionalmente y solo un 1,22% (3 personas) rara vez utilizan esta vía como movilidad principal.

Esto evidencia una dependencia funcional casi absoluta de la Vía Puerto – Aeropuerto, debido a este flujo vehicular masivo y constante posiciona a este corredor no solo como un eje conector de la ciudad, sino también como una zona crítica de vulnerabilidad ambiental.

La presencia del volumen tan elevado de usuarios diarios, justifica técnicamente la selección de este tramo para el monitoreo en tiempo real de la calidad del aire.

Figura 44

Pregunta 2 – Sobre la Contaminación Ambiental

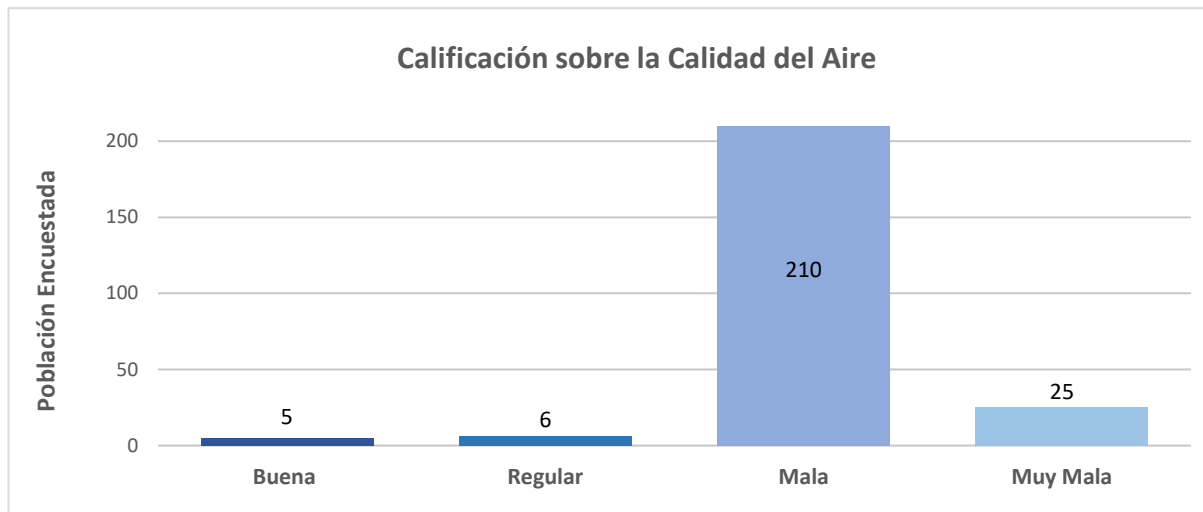


Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos según el conocimiento sobre contaminación ambiental por industrias y/o tráfico vehicular, a un total de las 246 personas, demuestran que un 95,53% (235 personas) sí conocen sobre esta problemática, es decir, el impacto ambiental en este corredor es una realidad percibida de forma directa e innegable por la ciudadanía. Y solo 4,47% (11 personas) no tienen conocimiento o no les presenta mayor relevancia estos temas.

Figura 45

Pregunta 3 – Calificación de la Calidad del Aire

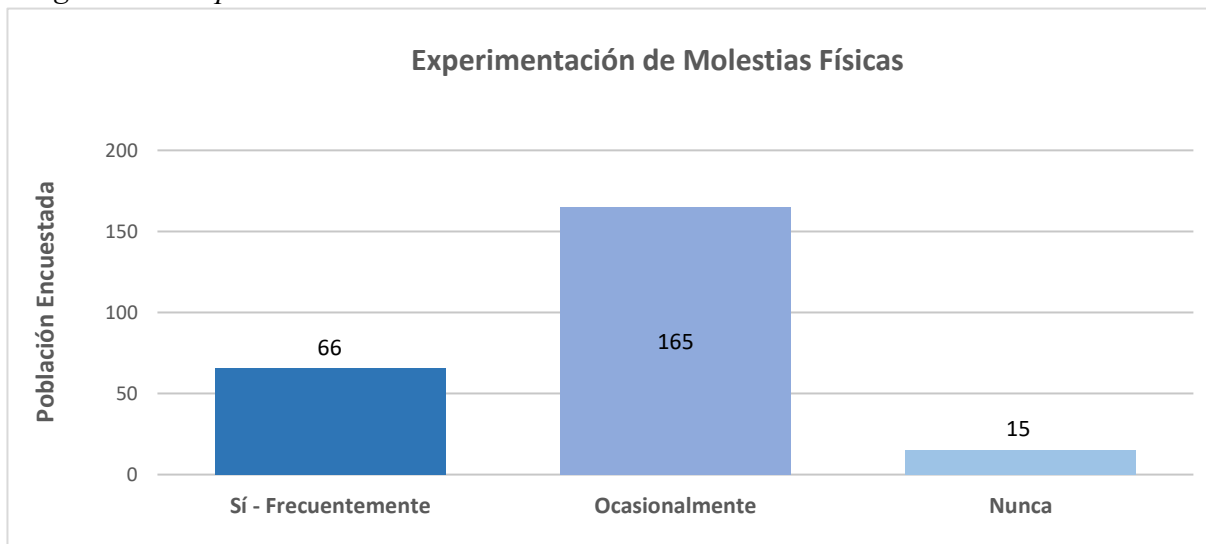


Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos según cómo calificarían la calidad del aire durante las horas de mayor tráfico, a un total de las 246 personas, demuestran que existe un 95,53% de rechazo ciudadano, donde un 85,37% (210 personas) califican la calidad del aire como Mala y un 10% (25 personas) lo califican como Muy Mala, evidenciando que la contaminación atmosférica en la Vía Puerto – Aeropuerto ha sobrepasado los límites de tolerancia, convirtiéndose en una fuente directa de incomodidad sensorial y fatiga respiratoria para los usuarios que transitan el corredor. Ocasionado mayormente por la densa concentración de emisiones vehiculares, material particulado y el calor sofocante atrapado en la morfología vial del tramo.

Figura 46

Pregunta 4 – Experimentación de Molestias Físicas



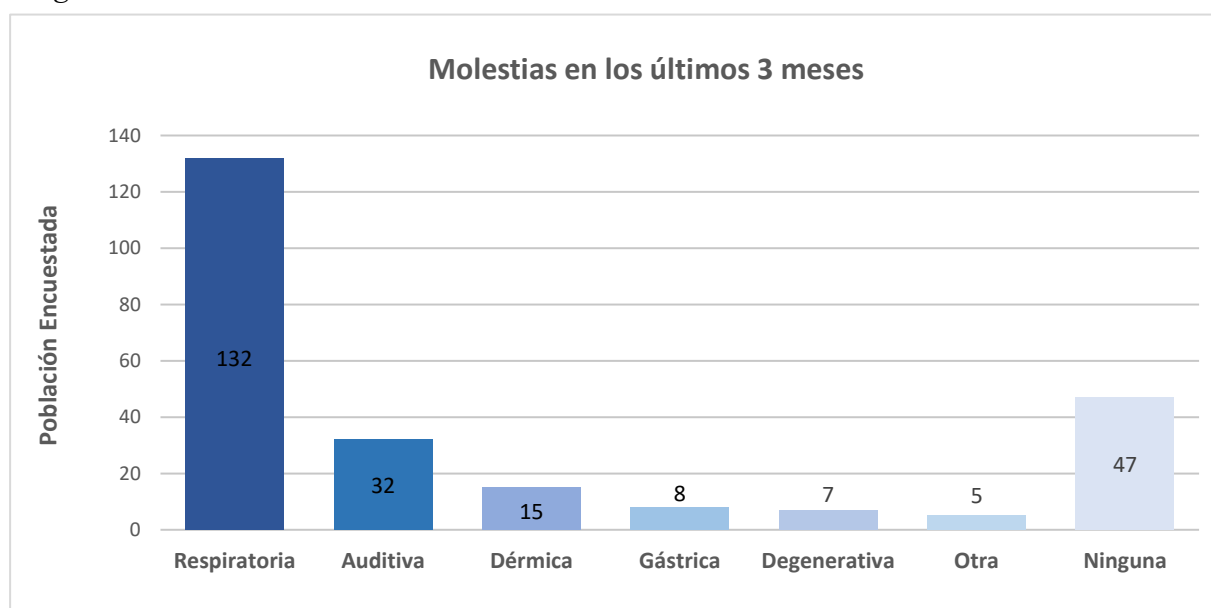
Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos demuestran que un 26,83% (66 personas) sí presenta frecuentemente molestias; seguido de un 67,77% (165 personas) experimentan molestias físicas ocasionalmente; y un 6,10% (15 personas) nunca ha experimentado este tipo de molestias.

Esto demuestra que el deterioro ambiental en la Vía Puerto - Aeropuerto ha trascendido de solo incomodidad perceptual para convertirse en un factor de estrés fisiológico recurrente (irritación de las vías respiratorias y sequedad ocular), provocado por la inhalación prolongada de partículas en suspensión (PM2,5 y PM10) y la exposición al ruido elevado.

Figura 47

Pregunta 5 – Molestias Notables en los Últimos 3 meses



Nota. Elaboración Propia

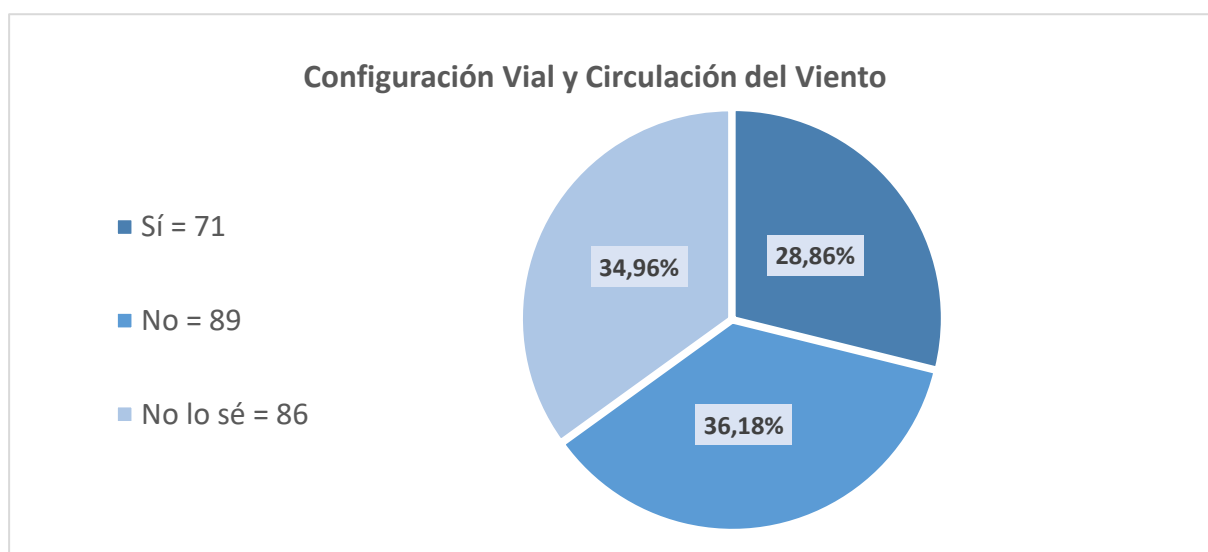
Los datos obtenidos demuestran que un 53,66% (132 personas) sí presentaron en los últimos 3 meses molestias respiratorias; seguido de un 13,01% (32 personas) molestias auditivas; un 6,85% (15 personas) molestias dérmicas; seguido de un 3,25% (8 personas) presentaron molestias gástricas; un 2,85% (7 personas) molestias degenerativas; un 2,03% (5 personas) presentaron otro tipo de molestas y un 19,11% (47 personas) no presento en los últimos 3 meses ninguna molestia o padecimiento.

La presencia de la alta molestia respiratoria, se presentan por la inhalación continua de material particulado fino (PM_{2,5}) y los contaminantes emitidos por el tráfico vehicular, partículas cuyo reducido tamaño permite sobrepasar las barreras nasales e irritar el sistema respiratorio; mientras que la fatiga auditiva es consecuencia directa del ruido ambiente y la contaminación acústica persistente que sobrepasa los niveles de presión sonora recomendados.

Asimismo, la presencia de afecciones o problemas dérmicos, se explica por la exposición prolongada a la radiación solar y demás contaminantes que irritan la piel. Esto indica que las características físicas de los contaminantes atmosféricos y auditivos determinan el origen de los padecimientos de la población que transitan en este corredor.

Figura 48

Pregunta 6 – Configuración Vial y Circulación del viento

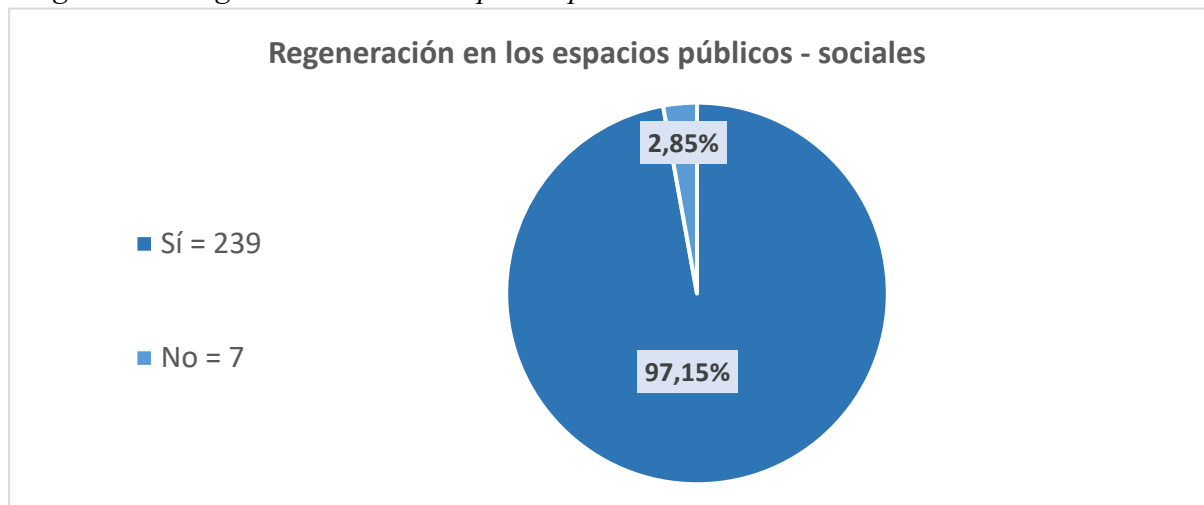


Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos demuestran que un 28,86% (71 personas) consideran que si existe una buena circulación del viento; seguido de un 36,18% (89 personas) consideran que No existe una buena circulación del viento y un 34,96% (86 personas) no sabe acerca de estos términos. Estos datos evidencian que, la circulación del viento es un fenómeno físicamente complejo e imperceptible de forma homogénea para la ciudadanía, condicionado por la configuración, morfología vial y la altura de las edificaciones, los cuáles actúan como barreras arquitectónicas o cañones urbanos que atrapan y redirigen las corrientes del aire.

Figura 49

Pregunta 7 – Regeneración en los espacios públicos-sociales

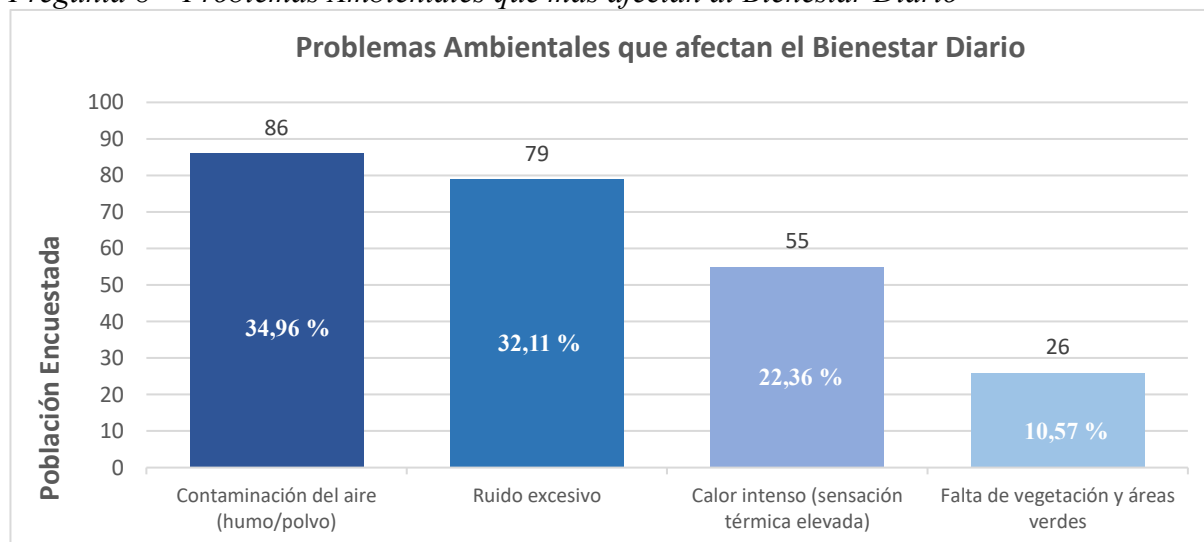


Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos demuestran que un 97,15% (239 personas) si considera necesario una regeneración de los espacios públicos-sociales, como regeneración de vías, caminerías u otras zonas de interés social; seguido de un 2,85% (7 personas) consideran que no sería necesario la regeneración de estos espacios, ya que mencionan que es mejor intervenir en actividades de mayor prioridad. Esto evidencia un alto respaldo ciudadano que no solo considera y percibe el deterioro microclimático y la saturación vehicular en este corredor, sino que exige activamente intervenciones de diseño urbano, infraestructura verde y una correcta planificación vial. Estos datos servirán como insumo técnico y científico indispensable para sustentar futuros proyectos de regeneración urbana.

Figura 50

Pregunta 8 – Problemas Ambientales que más afectan al Bienestar Diario



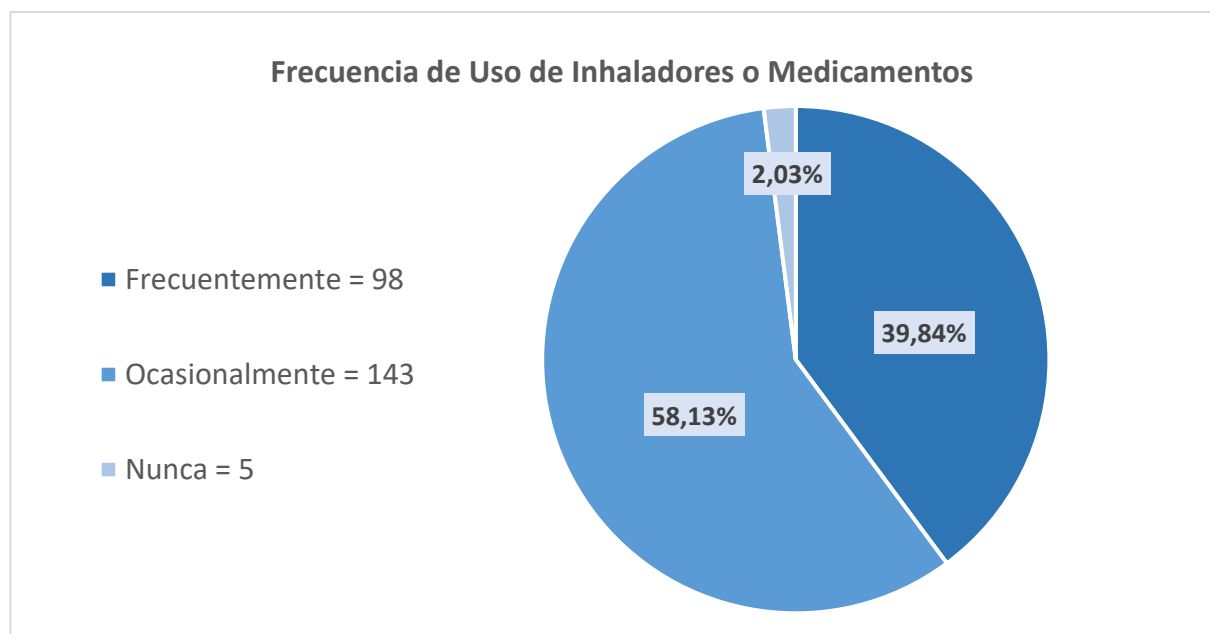
Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos demuestran que la degradación del bienestar diario en el corredor está dominado por una problemática multifactorial, donde un 34,96% (86 personas) consideran la contaminación del aire (por humo o polvo) les afecta más su bienestar diario; seguido de un 32,11% (79 personas) consideran que el ruido excesivo es lo que más les afecta; un 22,36% (55 personas) consideran que el calor intenso (debido a la sensación térmica elevada) les afectan más su bienestar diario y un 10,57% (26 personas) consideran que la escasez de vegetación y áreas verdes en ciertas zonas es la causa que afecta su bienestar diario en esta zona.

Desde una perspectiva urbana, este resultado evidencia cómo la intensidad del tráfico vehicular, la impermeabilización del suelo y la escasez de árboles en ciertos puntos importantes, generan un microclima denso, caracterizado por la acumulación de material particulado y la elevada presión sonora. Estos hallazgos justifican el uso del dispositivo IoT, ya que las variables que capta este elemento, corresponden exactamente a los cuatro problemas ambientales que más vulneran la calidad de vida de la ciudadanía en Manta.

Figura 51

Pregunta 9 – Frecuencia de la Utilización de inhaladores o medicamentos



Nota. Elaboración Propia

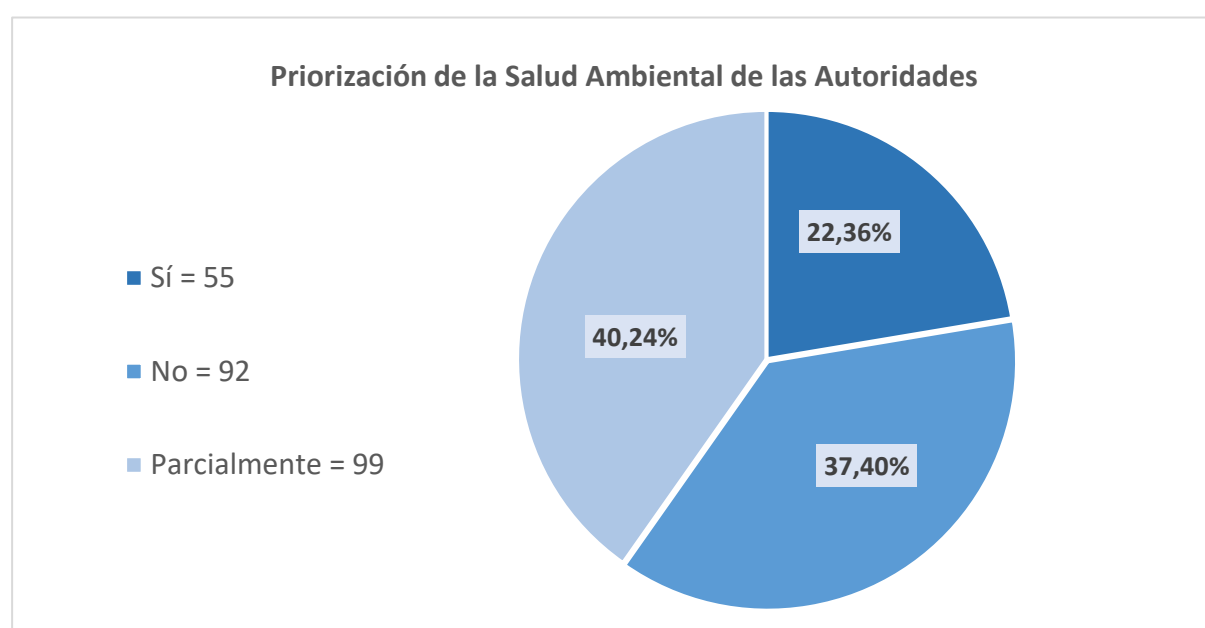
Los datos obtenidos evidencian un indicador alarmante de vulnerabilidad sanitaria en el área de estudio, donde se observa según el gráfico, un 97,97% de los encuestados reporta la

necesidad de recurrir a tratamiento farmacológico o inhaladores, para mitigar padecimientos respiratorios, divididos entre uso ocasional con 58,13% (143 personas) y un uso frecuente con 39.84% (98 personas), frente a un bajo 2,03% (5 personas) que nunca los ha requerido.

Desde un análisis crítico, el hecho de que prácticamente 4 de cada 10 usuarios dependan de inhaladores o medicación de forma habitual, demuestra que la exposición al entorno del Vía Puerto – Aeropuerto y la Av. de la Cultura, trasciende de molestias superficiales a derivar en afecciones respiratorias crónicas o agudas recurrentes (como asma o bronquitis). Esto demuestra que la mala calidad del aire no es solo un problema ambiental, sino un factor de riesgo para la salud pública urbana que genera un gasto médico sobre la población.

Figura 52

Pregunta 10 – Priorización de la Salud Ambiental en el Desarrollo Comercial-Industrial



Nota. Elaboración Propia

Los datos obtenidos, según la gráfica reflejan un descontento institucional y una marcada desconfianza ciudadana hacia la gestión pública en el equilibrio entre desarrollo económico y sostenibilidad, donde un 22,36% (55 personas) creen las autoridades Si priorizan adecuadamente la salud ambiental; seguido de un 37,40% (92 personas) creen que las autoridades No están priorizando estos aspectos y un 40,24% (99 personas) creen que las autoridades locales solo estás priorizando Parcialmente la salud ambiental.

Estos resultados evidencian que, la exposición industrial y el tráfico vehicular han prevalecido sobre el bienestar ambiental de la comunidad. Esto demuestra que el uso de herramientas de monitoreo como el ELLySIO, son esenciales para transparentar los datos ambientales, proporcionando una base y apoyo en la toma de decisiones en políticas públicas

5.2.2 Análisis del Método Estadístico

Para el análisis, comparación y la correlación de las variables ambientales y la morfología urbana del tramo de estudio, se implementó el Coeficiente de Correlación de Kendall (τ). Donde evalúa la magnitud de la relación lineal dentro del rango de (-1,1), donde +1 representa una correlación positiva perfecta, -1 representa una correlación negativa o inversa perfecta, y 0 corresponde a la ausencia total de correlación entre variables. Se consideran dos niveles de correlación significativa bilateral, 0,05 (95% de confianza), y un 0,01 (99% de nivel de confianza). En este caso, este método responde estos criterios metodológicos:

- Los datos que se registraron con el Dispositivo IoT ELLySIO, no siguen una distribución “normal”, es decir, los datos varían según el momento del día y época registrada. En este caso, esta prueba funciona muy bien con este tipo de datos continuos y cambiantes.
- Esta prueba es muy confiable cuando se analizan datos agrupados en periodos específicos, en este caso, al comparar el Periodo I (crítico-lluvioso) con el Periodo II (regular-seco).
- Se mide la relación real, donde se puede ver de forma matemática y precisa si dos variables suben o bajan al mismo tiempo (concordancia) o si mientras una sube, la otra baja (discordancia).

5.2.3 Correlación de las Variables Ambientales y la Morfología Urbana

5.2.3.1 Lineamiento y Directrices según la OMS

Antes de analizar los datos y la correlación de las Variables Ambientales, en los Periodos I y II se debe conocer primero las directrices a través de las Guías de Calidad del Aire que detalla los límites y rangos de las Variables Ambientales establecidos por la OMS (2021).

- **Material Particulado (PM_{2,5} y PM₁₀):** La OMS fija un límite medio anual de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un límite máximo de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios para PM_{2,5}. Para las partículas más gruesas (PM₁₀) se considera un límite anual máximo de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un máximo diario de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 53

Rango e índices de PM_{2,5} y PM₁₀

Categoría	Rangos	
	PM ₁₀ µg/m³	PM _{2.5} µg/m³
Buena	0 - 54	0 - 12
Aceptable	55 - 154	13 - 37
Dañina a la salud de grupos sensibles	155 - 254	38 - 55
Dañina a la salud	255 - 354	56 - 150
Muy dañina a la salud	355 - 424	151 - 250
Peligrosa	425 - 604	251 - 500

Nota. Información obtenida de (Implan, 2024) <https://implansalttillo.mx/boceto/calidaddelaire/>

- **Confort Micro Climático (Temperatura y Humedad):** Según las recomendaciones internacionales, se establece un intervalo óptimo de humedad relativa situado entre el 30% y el 50%, así como un umbral máximo de temperatura de confort fijado en 26°C.
- **Niveles de Ruido Ambiental:** Según las guías de Ruido Ambiental de la OMS, se recomienda un nivel promedio de ruido por tráfico vehicular inferior a 53dB durante el periodo diurno. Si sobrepasa esto, se presentan afectaciones y alteraciones fisiológicas.

5.2.3.2 VALORES MÍNIMOS GENERALES – (Datos Obtenidos en los Periodos I y II)

Tabla 12

Valores Mínimos Generales Obtenidos – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	0 µg/m³	0 µg/m³	30,30 °C	72,50 %	49 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	6 µg/m³	0 µg/m³	30,70 °C	79,10 %	46,50 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	2 µg/m³	0 µg/m³	30,60 °C	74,40 %	48 dB
Periodo 1	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	4 µg/m³	3 µg/m³	31,30 °C	79,10 %	44,50 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	1 µg/m³	1 µg/m³	29,70 °C	79,80 %	49 dB

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	3 µg/m³	5 µg/m³	28,40 °C	64,20 %	45 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	4 µg/m³	6 µg/m³	27,90 °C	62,80 %	48 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	3 µg/m³	4 µg/m³	28,10 °C	63,50 %	46 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	2 µg/m³	3 µg/m³	26,70 °C	61,40 %	45 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	4 µg/m³	4 µg/m³	27,20 °C	62,10 %	47 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Mínimos Generales)

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 13

Valores Mínimos - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,12	0,6	0,32	-0,74
		Sig. Bilateral		0,78	0,14	0,44	0,08
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,12	1	0,12	0,50	-0,25
		Sig. Bilateral	0,78		0,78	0,25	0,57
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0,6	0,12	1	0,11	-0,95*
		Sig. Bilateral	0,14	0,78		0,80	0,02
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,32	0,50	0,11	1	-0,22
		Sig. Bilateral	0,49	0,25	0,80		0,60
	Ruido (dB)	Coeficiente	-0,74	-0,25	-0,95*	-0,22	1
		Sig. Bilateral	0,08	0,57	0,02	0,60	
Periodo 2	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,59	0	0	0,83
		Sig. Bilateral		0,18	1	1	0,06
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,59	1	0,53	0,53	0,44
		Sig. Bilateral	0,18		0,21	0,21	0,30
	Temperatura	Coeficiente	0	0,53	1	1*	-0,11

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
	($^{\circ}\text{C}$)	Sig. Bilateral	1	0,21			0,80
	Humedad (HR)	Coeficiente	0	0,53	1**	1	-0,11
		Sig. Bilateral	1	0,21			0,80
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,83	0,44	-0,11	-0,11	1,1
		Sig. Bilateral	0,06	0,30	0,80	0,80	

(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

- **Periodo I:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p < 0.05$):

Temperatura y Ruido: Presenta una correlación inversa prácticamente perfecta ($\tau = -0.95^*$, $p=0.02$). Esto demuestra que durante el invierno los picos mínimos de temperatura coinciden de forma consistente con los niveles más altos de Ruido.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

PM2,5 y Ruido: Se observa una relación negativa considerable ($\tau = 0.74$, $p=0.08$), es decir a mayor ruido, se registran mayores concentraciones de PM2,5.

PM2,5 y Temperatura: Se presenta una relación positiva moderada-alta ($\tau = 0.60$, $p=0.14$).

PM10 y Humedad: Se registra una relación positiva moderada ($\tau = 0.50$, $p=0.25$).

- **Periodo II:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p < 0.01$):

Temperatura y Humedad Relativa: Presenta una correlación directa perfecta ($\tau = 1$). Esto demuestra que en la época seca las variaciones mínimas de ambas variables, se mueven en exacta sincronía en el corredor en estudio.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

PM2,5 y Ruido: Se observa una relación directa muy elevada ($\tau = 0.83$, $p=0.06$), donde se muestra que en verano el material particulado aumenta y disminuye junto al ruido.

PM2,5 y PM10: Se presenta una relación positiva moderada-alta ($\tau = 0.60$, $p=0.14$).

PM10 y Temperatura: Se registra una relación positiva moderada ($\tau = 0.53$, $p=0.21$).

PM10 y Humedad Relativa: Se registra una relación positiva moderada ($\tau = 0.53$, $p=0.21$).

Comparación entre los dos Periodos:

- **PM2,5 y Ruido:** Estas variables son las que más presentan cambios estructurales severos. En el Periodo I la relación fue marcada como negativa ($\tau = -0.74$), en el Periodo II se convirtió en una relación altamente positiva ($\tau = 0.83$). Esto se debe a que, en invierno, las lluvias hacen que el polvo caiga sin alterar el tráfico; en verano, la ausencia de la lluvia hace que en las horas de menor tráfico se reduzca de forma conjunta el ruido y el material particulado en suspensión.
- **PM2,5 Y PM10:** Para este caso, paso de una independencia casi absoluta en invierno ($\tau = 0.12$), a una correlación positiva moderada en verano ($\tau = 0.59$). Esto se debe, a que la lluvia interrumpe el comportamiento de las partículas más gruesa (PM10), mientras que, en el clima seco, permite que ambas partículas varíen de manera sincrónica.
- En el Periodo I, la única relación significativa se dio entre el Ruido y la Temperatura, ($\tau = -0.95$). En el Periodo II, se observó una relación perfecta entre Temperatura y Humedad ($\tau = 1$), demostrando que en la temporada seca se estabiliza el ambiente.

5.2.3.3 VALORES MÁXIMOS GENERALES – (Datos Obtenidos en los Periodos I y II)

Tabla 14

Valores Máximos Generales Obtenidos – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo I	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39,40 $^{\circ}\text{C}$	97,40 %	90 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,00 $^{\circ}\text{C}$	94,50 %	87 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,40 $^{\circ}\text{C}$	96,30 %	49 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37.20 $^{\circ}\text{C}$	95,90 %	86 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,70 $^{\circ}\text{C}$	98,30 %	91 dB
	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,80 $^{\circ}\text{C}$	81,50 %	88 dB

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	31 µg/m³	38 µg/m³	34,30 °C	79,30 %	85 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	26 µg/m³	31 µg/m³	36,20 °C	80,10 %	84 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	22 µg/m³	28 µg/m³	33,50 °C	77,90 %	88 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	29 µg/m³	33 µg/m³	34,70 °C	79,80 %	89 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Máximos Generales)

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 15

Valores Máximos - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	1*	0,20	-0,40	0,20
		Sig. Bilateral			0,62	0,33	0,62
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	1**	1	0,20	-0,40	0,20
		Sig. Bilateral			0,62	0,33	0,62
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0,20	0,20	1	0,40	0,20
		Sig. Bilateral	0,62	0,62		0,33	0,62
	Humedad (HR)	Coeficiente	-0,40	-0,40	0,40	1	0,40
		Sig. Bilateral	0,33	0,33	0,33		0,33
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,20	0,20	0,20	0,40	1
		Sig. Bilateral	0,62	0,62	0,62	0,33	
Periodo 2	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,80	-0,20	0,00	0,11
		Sig. Bilateral		0,05	0,62	1,00	0,80
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,80	1	0	0,20	-0,11
		Sig. Bilateral	0,05		1	0,62	0,80
	Temperatura	Coeficiente	-0,20	0	1	0,80	-0,32

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	($^{\circ}\text{C}$)	Sig. Bilateral	0,62	1		0,05	0,45
	Humedad (HR)	Coeficiente	0	0,20	0,80	1	-0,11
		Sig. Bilateral	1	0,62	0,05		0,80
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,11	-0,11	-0,32	-0,11	1
		Sig. Bilateral	0,80	0,80	0,45	0,80	

(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

- **Periodo I:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p \leq 0.05$):

PM2,5 y PM10: Presenta una correlación directa perfecta ($\tau = 1^*$), con una significancia bilateral al de nivel de $p \leq 0.01$). Esto demuestra que, durante los eventos de mayor contaminación invernal, las concentraciones máximas de partículas PM2,5 y PM10 aumentan y disminuye en perfecta sincronía.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

Humedad Relativa y PM2,5-PM10: Se observa una relación negativa moderada ($\tau = -0.40$, $p = 0.33$), es decir, que los picos máximos de humedad tienden a coincidir con un descenso en los máximos de material particulado.

Humedad Relativa y Temperatura: Se presenta una relación directa-moderada ($\tau = 0.40$, $p = 0.33$).

Humedad Relativa y Ruido: Se registra una relación positiva moderada ($\tau = 0.40$, $p = 0.33$).

- **Periodo II:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p \leq 0.05$):

PM2,5 y PM10: Presenta una correlación positiva alta ($\tau = 0.80$, $p = 0.05$). Esto demuestra que en la época seca los materiales particulados de polvo se mantienen fuertemente vinculados

Temperatura y Humedad: Registra una correlación directa-alta ($\tau = 0.80$, $p = 0.05$). Esto demuestra que, en la hora de mayor flujo, las temperaturas máximas se mueven a la par con la humedad.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

Temperatura y Ruido: Se registra una relación negativa moderada ($\tau = -0.32$, $p=0.45$).

Comparación entre los dos Periodos:

PM2,5 y PM10: Se da una relación más consistente, ya que pasa de ser una relación directa perfecta en invierno ($\tau = 1.00^*$), a mantenerse como una relación sumamente fuerte en verano ($\tau = 0.80$, $p=0.05$). A diferencia de los valores mínimos donde la lluvia tiraba el polvo, los de máxima emisión de contaminantes impactan de forma simultánea a los dos tipos de material particulado.

Temperatura y Humedad Relativa: Pasa de ser una relación moderada no significativa en el Periodo I ($\tau = 0.40$, $p=0.33$), a convertirse en una correlación estadísticamente significativa en el Periodo II ($\tau = 0.80$, $p=0.05$). Esto quiere decir que el microclima seco estandariza la interacción de las varillas térmicas máximas durante la hora de mayor radiación.

En el Periodo I, el ruido máximo registró una débil y constante asociación positiva con las demás variables ($\tau = 0.20$, $p=0.40$). En el Periodo II el ruido pierde fuerza con el material particulado ($\tau = 0.11$ con PM2,5 y $\tau = -0.11$ con PM10). Confirmando que los picos sonoros más agudos, depende principalmente de la congestión vehicular puntual y no de las condiciones meteorológicas estacionales.

5.2.3.4 VALORES PROMEDIOS GENERALES – (Datos Obtenidos en los Periodos I y II)

Tabla 16

Valores Promedios Generales Obtenidos– Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo I	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39,40 $^{\circ}\text{C}$	87,20 %	72,22 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,00 $^{\circ}\text{C}$	88,10 %	65,8 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,40 $^{\circ}\text{C}$	87,90 %	68,33 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37,20 $^{\circ}\text{C}$	86,80 %	72,72 dB

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	12 µg/m³	9 µg/m³	36,70 °C	90,70 %	73,53 dB
	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	10 µg/m³	14 µg/m³	31,60 °C	73,40 %	69,45 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	13 µg/m³	16 µg/m³	30,80 °C	71,80 %	63,20 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	10 µg/m³	14 µg/m³	31,90 °C	72,60 %	65,10 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	9 µg/m³	12 µg/m³	29,90 °C	70,20 %	70,15 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	11 µg/m³	15 µg/m³	30,50 °C	71,50 %	71,10 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Promedios Generales)

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 17

Valores Promedios - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,80	0	-0,20	-0,20
		Sig. Bilateral		0,05	1	0,62	0,62
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,80	1	-0,20	0	0
		Sig. Bilateral	0,05		0,62	1	1
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0	-0,20	1	-0,40	0,40
		Sig. Bilateral	1	0,62		0,33	0,33
	Humedad (HR)	Coeficiente	-0,20	0	-0,40	1	-0,20
		Sig. Bilateral	0,62	1	0,33		0,62
	Ruido	Coeficiente	-0,20	0	0,40	-0,20	1
		Sig. Bilateral					

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	(dB)	Sig. Bilateral	0,62	1	0,33	0,62	
	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	1*	0	0,20	-0,20
		Sig. Bilateral			1	0,62	0,62
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1**	1	0	0,20	-0,20
		Sig. Bilateral			1	0,62	0,62
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	0	0	1	0,80	-0,40
		Sig. Bilateral	1	1		0,05	0,33
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,20	0,20	0,80	1	-0,20
		Sig. Bilateral	0,62	0,62	0,05		0,62
	Ruido (dB)	Coeficiente	-0,20	-0,20	-0,40	-0,20	1
		Sig. Bilateral	0,62	0,62	0,33	0,62	

(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

- **Periodo I:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p \leq 0.05$):

PM2,5 y PM10: Presenta una correlación positiva fuerte ($\tau = 0.80$, $p=0.05$), con una Esto demuestra que, en los promedios diarios invernales los niveles de polvo fino y grueso mantienen un comportamiento muy marcado.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

Humedad Relativa y Temperatura: Se presenta una relación negativa-moderada ($\tau=0.40$, $p=0.33$). Lo que refleja una tendencia donde el aumento del promedio de la temperatura coincide con la disminución en la Humedad.

- **Periodo II:**

Correlación Estadísticamente Significativa: ($p \leq 0.05$):

PM2,5 y PM10: Presenta una correlación perfecta ($\tau = 1^*$). Esto evidencia que existe una sincronía absoluta entre los promedios diarios de ambas partículas en esta época.

Temperatura y Humedad Relativa: Registra una correlación positiva-fuerte ($\tau = 0.80$, $p=0.05$). Demostrando que en los promedios estables estas variables térmicas se muevan en la misma dirección.

Correlaciones No significativas, pero con magnitud relevante:

Temperatura y Ruido: Se registra una relación inversa moderada ($\tau = -0.40$, $p=0.33$).

Comparación entre los dos Periodos:

PM2,5 y PM10: Pasa de ser una relación alta en invierno ($\tau = 0.80$, $p=0.05$), a mantenerse como una relación perfecta en verano ($\tau = 1$, $p=0.01$). Esto evidencia que, el comportamiento medio del material particulado es sumamente estable en todo el año.

Temperatura y Humedad Relativa: Pasa de ser una relación negativa no significativa en el Periodo I ($\tau = -0.40$, $p=0.33$), a convertirse en una correlación positiva y significativa en el Periodo II ($\tau = 0.80$, $p=0.05$). Esto quiere decir, que se evidencia el profundo cambio de dinámica que sufre el microclima medio del corredor entre épocas.

Ruido: En el Periodo I y II, el ruido máximo registró valores constantes frente al material particulado ($\tau = -0.20$ con PM2,5), pero se observa un cambio respecto a la temperatura, pasando de una relación positiva en invierno ($\tau = 0.40$) a una negativa en verano ($\tau = -0.40$).

5.2.3.4 VALORES CRÍTICOS POR PUNTOS ESTRATÉGICOS

• PUNTO 1 (Entrada a Seafman – Vía Puerto Aeropuerto) – Periodo I y II

Tabla 18

Valores críticos del Punto 1 – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo I	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,90 $^{\circ}\text{C}$	83,50 %	49 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,90 $^{\circ}\text{C}$	91,50 %	49 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,80 $^{\circ}\text{C}$	90,30 %	89 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,10 $^{\circ}\text{C}$	91,20 %	89 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30,70 $^{\circ}\text{C}$	94,70 %	88 dB

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	23 µg/m³	13 µg/m³	35,90 °C	71,70 %	44 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	19 µg/m³	13 µg/m³	34,90 °C	72,60 %	34 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	34 µg/m³	36 µg/m³	27,80 °C	73,40 %	69 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	32 µg/m³	24 µg/m³	27,40 °C	73,40 %	60 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	36 µg/m³	17 µg/m³	31,70 °C	73,40 %	68 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Críticos por Puntos Estratégicos)

- PUNTO 1 (Entrada a Seafman – Vía Puerto-Aeropuerto)**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 19

Valores Críticos del Punto 1 - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,80	0	0	,894*
		Sig. Bilateral		0,05	1	1	0,04
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,80		0,20	-0,20	,894*
		Sig. Bilateral	0,05		0,62	0,62	0,04
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0	0,20	1	-1*	0
		Sig. Bilateral	1	0,62			1
	Humedad (HR)	Coeficiente	0	-0,20	-1**	1	0
		Sig. Bilateral		0,62			1
	Ruido (dB)	Coeficiente	,894*	,894*	0	0	1
		Sig. Bilateral	0,04	0,04	1	1	

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	0,53	-0,20	0,60	0,80
		Sig. Bilateral		0,21	0,62	0,17	0,05
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	0,53	1	-0,74	0,76	0,74
		Sig. Bilateral	0,21		0,08	0,09	0,08
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	-0,20	-0,74	1	-0,84	-0,40
		Sig. Bilateral	0,62	0,08		0,05	0,33
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,60	0,76	-0,84	1	0,60
		Sig. Bilateral	0,17	0,09	0,05		0,17
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,80	0,74	-0,40	0,60	1
		Sig. Bilateral	0,05	0,08	0,33	0,17	

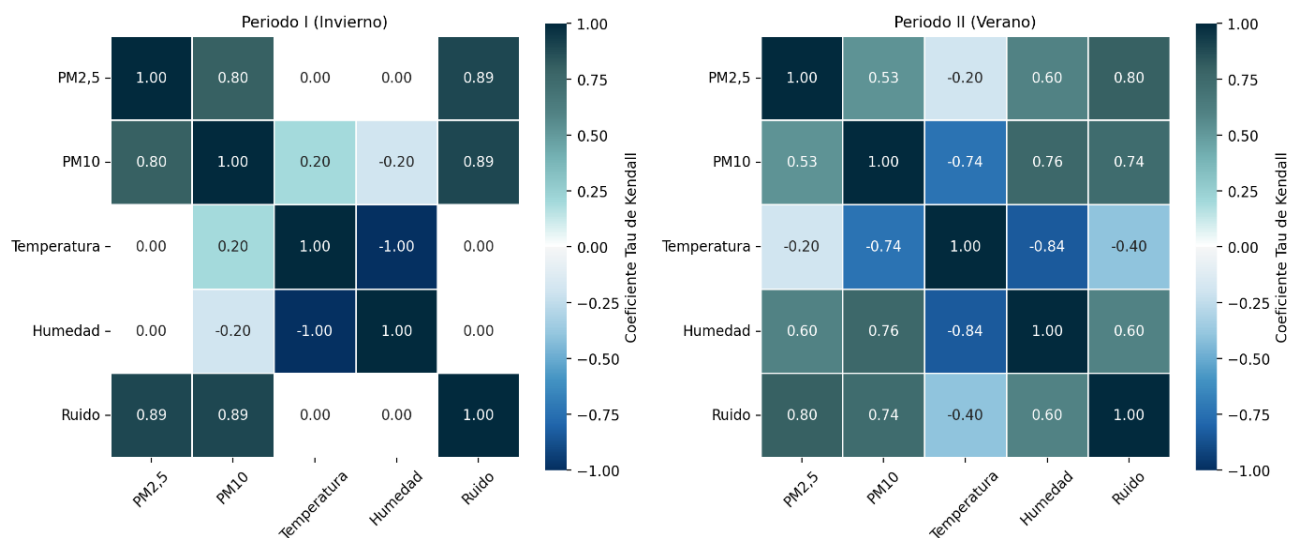
(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

Figura 54

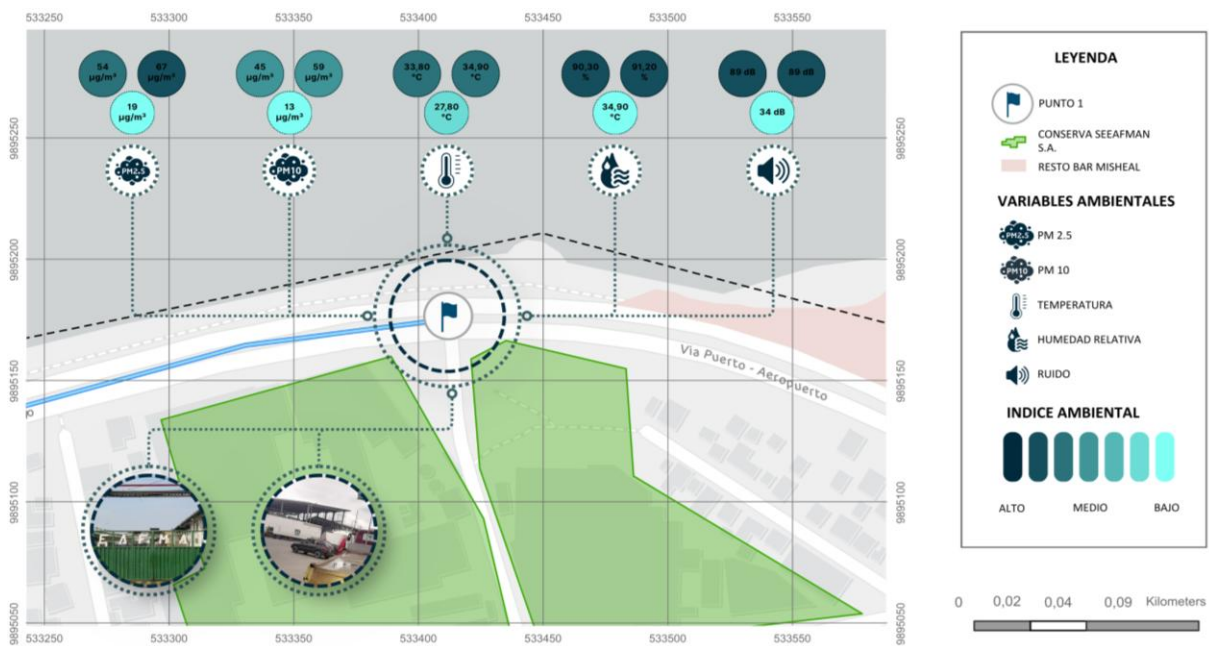
Matriz de Correlación – Punto 1



(Nota. Elaboración Propia)

Figura 55

Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 1



Nota. Elaboración Propia

Correlaciones más importantes encontradas:

- **Periodo I:**

Ruido y Material Particulado (PM2,5 Y PM10): Se evidencio una correlación positiva muy fuerte y estadísticamente significativa. Esto muestra una relación directa entre la fuente emisora y la contaminación ambiental. Las aceleraciones de los vehículos (carros, buses y camiones de carga pesada), incrementan de forma simultánea e inmediata tanto el Material Particulado como el nivel de Ruido en la Vía.

Temperatura y Humedad Relativa: Se evidencio una correlación negativa perfecta y estadísticamente significativa. Esto refleja que existe una estabilidad atmosférica invernial inmediata; es decir, la radiación solar directa eleva la temperatura, lo que produce una evaporación y disminución inversamente proporcional de la humedad contenida en la franja costera.

- **Periodo II:**

Ruido y Material Particulado (PM2,5): Se evidencio una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa. Esto confirma que el tráfico de transporte pesado e industrial sigue siendo el factor detonante principal del deterioro de la calidad del aire en este Punto 1, independientemente de la época del año.

Temperatura y Humedad Relativa: Se mantuvo una relación inversa-alta y estadísticamente positiva, debido a la dinámica del clima de Manta en la época seca.

- **Correlación de las variables con la Morfología urbana y el Punto 1:**

Predominio del vehículo pesado en la vía (14.2 m): El diseño de la vía asigna 7.2 m exclusivamente para carriles de buses (3.6m en cada sentido) más 7m para transporte particular. La presencia del carril de buses directamente cercano a la acera peatonal (2.6m) causa que los niveles altos de ruido de 89 dB y las emisiones de 67 µg/m³ de PM2,5 se noten de forma directa y una barrera natura.

Perfil Abierto y Dispersión por la Brisa Marina: La sección de la vía es amplia (22.7m) y limita a lado derecho con el borde costero – marítimo. La ausencia de un “efecto cañón”, hace que, en la época seca, la brisa marina, remueva el material particulado bajando los niveles de PM2,5 a niveles de 19 µg/m³ - 36 µg/m³.

Inercia térmica del asfalto y exposición solar: En esta vía, al no contar con vegetación alta ni frondosa, en la mitad de la vía. La amplia superficie asfaltada (17.7m entre calzada y ciclovía) absorbe todo el calor. Lo que explica que se den temperaturas extremas de 36.90°C incluso en la época de invierno.

- **PUNTO 2 (Redondel Playita Mía – El Astillero) – Periodo I y II**

Tabla 20

Valores críticos del Punto 2 – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	159 µg/m³	130 µg/m³	36,80 °C	83,40 %	90 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	152 µg/m³	118 µg/m³	31,70 °C	91,40 %	89 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	38 µg/m³	29 µg/m³	31,60 °C	95,50 %	66 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	77 µg/m³	67 µg/m³	33,80 °C	92,00 %	85 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	50 µg/m³	37 µg/m³	31,50 °C	93,90 %	49 dB

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	86 µg/m³	88 µg/m³	32,50 °C	73,40 %	78 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	95 µg/m³	67 µg/m³	29,00 °C	73,40 %	80 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	23 µg/m³	14 µg/m³	35,80 °C	71,30 %	63 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	39 µg/m³	32 µg/m³	33,70 °C	73,40 %	75 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	32 µg/m³	23 µg/m³	33,10 °C	73,40 %	49 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Críticos por Puntos Estratégicos)

- PUNTO 2 (Redondel Playita Mía – El Astillero)**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 21

Valores Críticos del Punto 2 - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	1*	0,60	-1*	0,80
		Sig. Bilateral			0,14		0,05
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	1**	1	0,60	-1*	0,80
		Sig. Bilateral			0,14		0,05
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0,60	0,60	1	-0,60	0,80
		Sig. Bilateral	0,14	0,14		0,14	0,05
	Humedad (HR)	Coeficiente	-1**	-1**	-0,60	1,00	-0,80
		Sig. Bilateral			0,14		0,05
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,80	0,80	0,80	-0,80	1
		Sig. Bilateral	0,05	0,05	0,05	0,05	

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 2	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	0,80	-0,80	0,63	0,80
		Sig. Bilateral		0,05	0,05	0,16	0,05
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	0,80	1	-0,60	0,63	0,60
		Sig. Bilateral	0,05		0,14	0,16	0,14
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	-0,80	-0,60	1	-0,63	-0,60
		Sig. Bilateral	0,05	0,14		0,16	0,14
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,63	0,63	-0,63	1	0,32
		Sig. Bilateral	0,16	0,16	0,16		0,48
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,80	0,60	-0,60	0,32	1
		Sig. Bilateral	0,05	0,14	0,14	0,48	

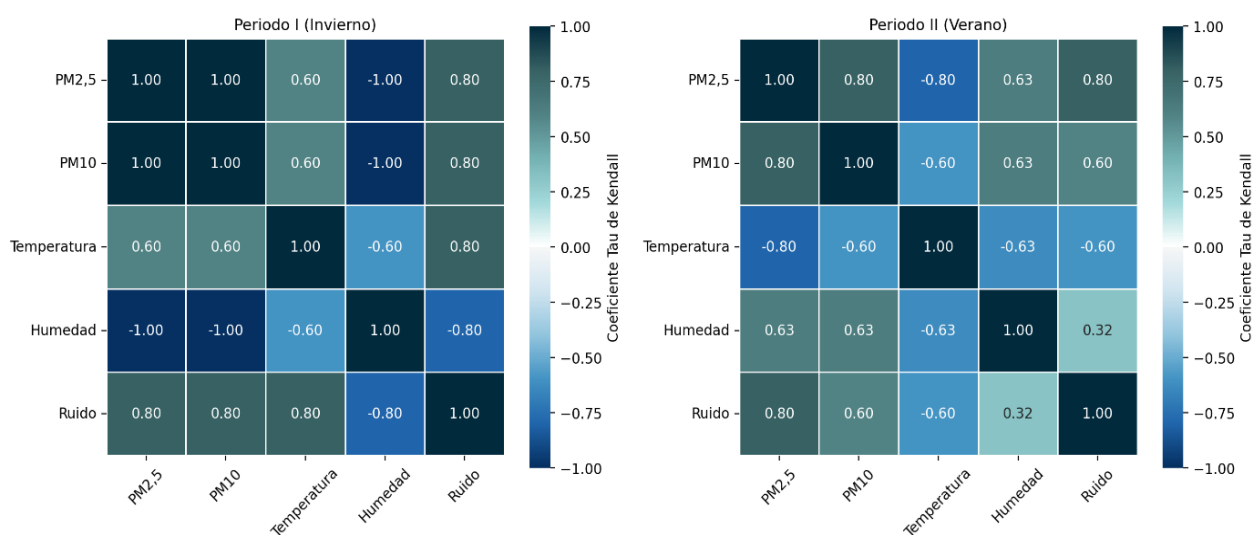
(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

Figura 56

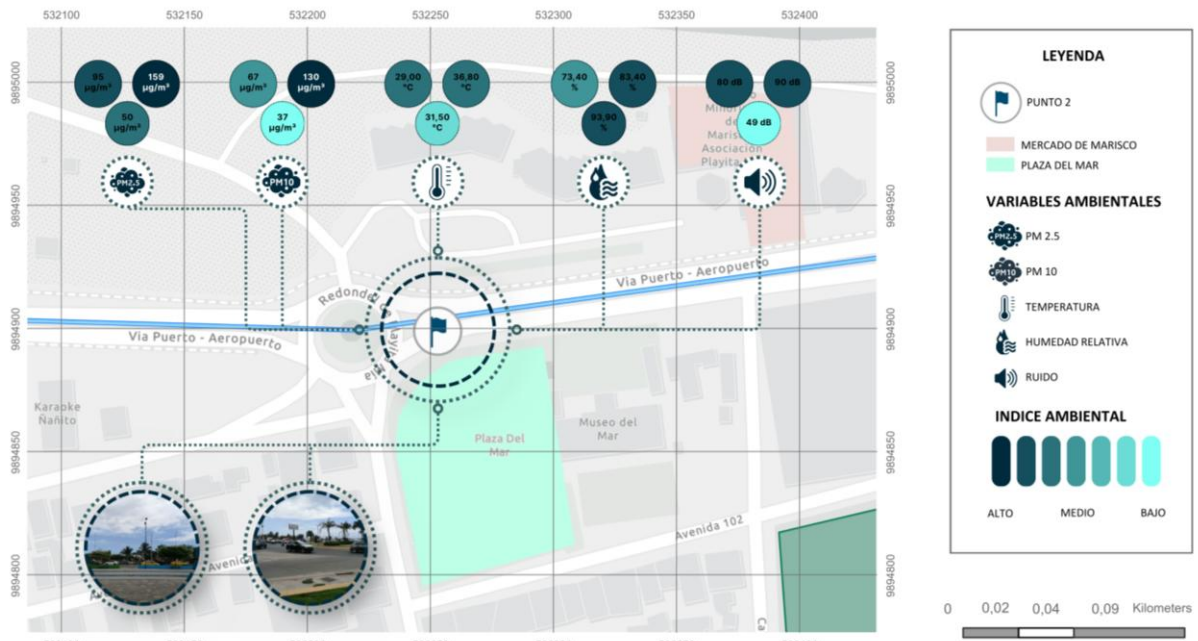
Matriz de Correlación – Punto 2



(Nota. Elaboración Propia)

Figura 57

Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 2



Nota. Elaboración Propia

Correlaciones más importantes encontradas:

- Periodo I:**

Material Particulado (PM_{2,5} Y PM₁₀): Se evidenció una correlación perfecta y estadísticamente significativa. Para este caso, esta relación indica una homogeneidad total en la fuente de origen del material particulado, es decir que provienen del mismo origen y se comportan de manera totalmente acoplada en el ámbito húmedo.

(PM_{2,5} Y PM₁₀) y Humedad Relativa: Se presentó una correlación negativa perfecta y estadísticamente significativa. A medida que la humedad relativa alcanzó sus niveles de saturación más altos (95.5%), las gotas actuaron como agente de limpieza del material particulado; mientras que, en los momentos de menor humedad en este periodo, el material particulado se dispara exponencialmente en el aire.

Ruido y (PM_{2,5} Y PM₁₀): Se obtuvo una correlación positiva muy alta y estadísticamente significativa. Es decir, se confirma que el tráfico pesado genera un impacto simultáneo; además, la congestión vehicular incrementa el ruido (90 dB) al mismo tiempo que se liberan enormes cantidades del material particulado (159 µg/m³).

- **Periodo II:**

Material Particulado (PM_{2,5} Y PM₁₀): En este Periodo, se mantuvo una relación positiva fuerte y estadísticamente significativa, lo que evidencia una dependencia mutua entre ambos materiales particulados.

Ruido y (PM_{2,5}): Se obtuvo una correlación directa fuerte y significativa. En este caso, el motor de camiones pesados y el tráfico continuo en el redondel del Punto 2, siguen siendo la fuente primaria de Ruido y de este Material Particulado (PM_{2,5}).

(PM_{2,5}) y Temperatura: Se evidenció una correlación fuerte y significativa. En este Periodo (seco), los incrementos de temperatura están vinculados, ya que, a mayor radiación y vientos costeros, ayudan a la dispersión ascendente del PM_{2,5}.

- **Correlación de las variables con la Morfología urbana y el Punto 2:**

Efecto Embudo en el Redondel de Playita Mía: A diferencia del Punto 1, este nuevo Punto P2, incluye una franja lateral destinada a estacionamientos, junto a la ciclovía, sumado a que esta cercano al redondel donde se genera un mayor tráfico y a la zona del astillero. Todo esto junto, presencia de vehículos, estacionándose, acelerando y desacelerando constantemente, generan que los motores trabajen a mayores revoluciones en marchas bajas, lo que hace el Ruido aumente (90 dB) y se acumule el material particulado (159 µg/m³).

Proximidad de Edificaciones y Vehículos: Se observa que la acera peatonal es estrecha del lado izquierdo (2.7m) y colinda directamente con edificaciones de uso comercial/mixto. Además, existe la presencia de buse adyacentes a esta. Todo esto genera un obstáculo lateral que dificulta la ventilación inmediata del aire a nivel de piso, reteniendo el material particulado generado por los vehículos.

Superficie de Asfalto Extenso: La suma del ancho del carril vial (14.2m), más la ciclovía (3.5M), genera una masa de material bituminoso expuesta a la radiación directa. Y en ciertas zonas no existe arborización continua y sombra que amortigüe en la superficie, ocasionando que el asfalto retenga toda la radiación solar, y exista altas temperaturas (36.80°C) y alteración de la humedad local.

- **PUNTO 3 (Redondel de Inepaca – Puente Elevado) – Periodo I y II**

Tabla 22

Valores críticos del Punto 3 – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,10 $^{\circ}\text{C}$	88,67 %	49 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32,00 $^{\circ}\text{C}$	90,60 %	49 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,90 $^{\circ}\text{C}$	93,80 %	88 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,40 $^{\circ}\text{C}$	88,80 %	89 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,50 $^{\circ}\text{C}$	91,10 %	49 dB
	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,20 $^{\circ}\text{C}$	73,40 %	49 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,60 $^{\circ}\text{C}$	71,80 %	49 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,20 $^{\circ}\text{C}$	73,40 %	83 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,90 $^{\circ}\text{C}$	71,80 %	80 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26,90 $^{\circ}\text{C}$	73,40 %	49 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Críticos por Puntos Estratégicos)

- PUNTO 3 (Redondel de Inepaca – Puente Elevado)**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 23

Valores Críticos del Punto 3 - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	1*	-0,60	0,20	0,84
		Sig. Bilateral			0,14	0,62	0,05
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1**	1	-0,60	0,20	0,84
		Sig. Bilateral			0,14	0,62	0,05
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	-0,60	-0,60	1	-0,60	-0,36
		Sig. Bilateral	0,14	0,14		0,14	0,41
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,20	0,20	-0,60	1	0,12
		Sig. Bilateral	0,62	0,62	0,14		0,78
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,84	0,84	-0,36	0,12	1
		Sig. Bilateral	0,05	0,05	0,41	0,78	
Periodo 2	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	0,80	0,53	-0,52	0,60
		Sig. Bilateral		0,05	0,21	0,25	0,17
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	0,80	1	0,32	-0,26	0,84
		Sig. Bilateral	0,05		0,45	0,56	0,05
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	0,53	0,32	1	-0,82	0,25
		Sig. Bilateral	0,21	0,45		0,08	0,57
	Humedad (HR)	Coeficiente	-0,52	-0,26	-0,82	1	0
		Sig. Bilateral	0,25	0,56	0,08		1
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,60	0,84	0,25	0	1
		Sig. Bilateral	0,17	0,05	0,57	1	

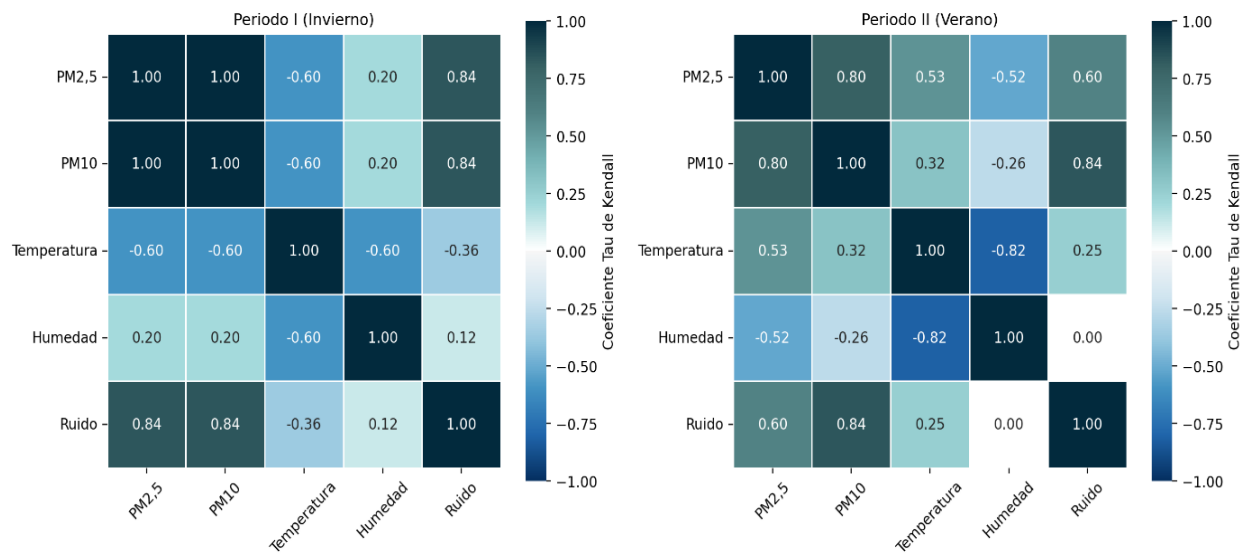
(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

Figura 58

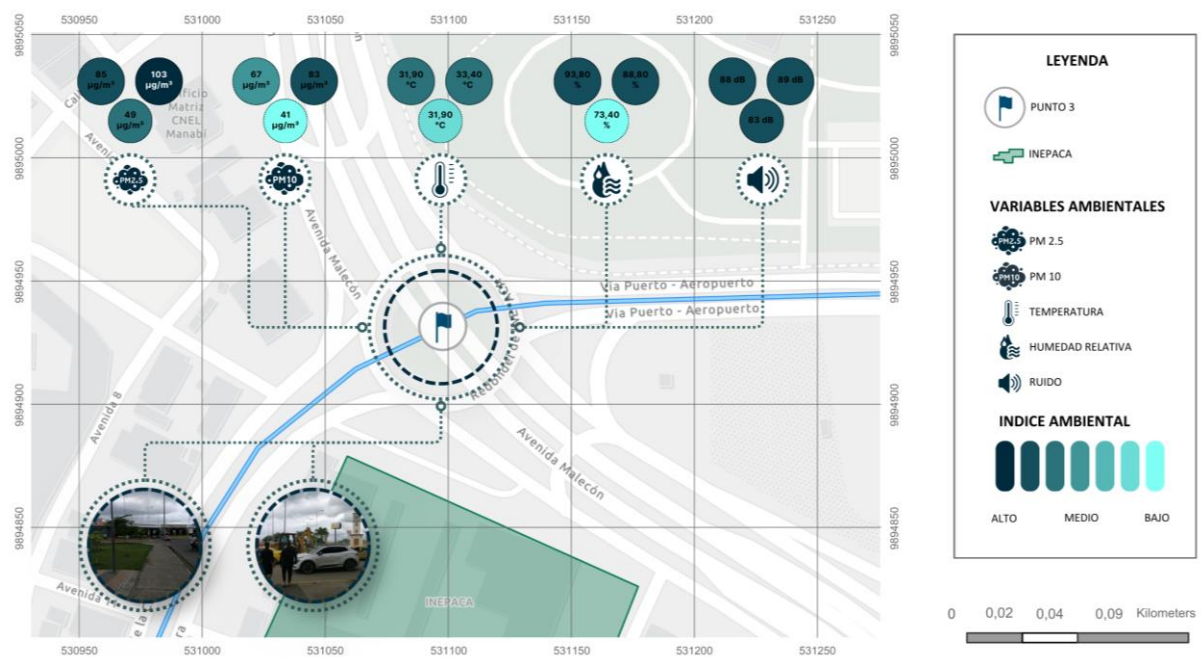
Matriz de Correlación – Punto 3



(Nota. Elaboración Propia)

Figura 59

Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 3



Nota. Elaboración Propia

Correlaciones más importantes encontradas:

- **Periodo I:**

Material Particulado (PM_{2,5} Y PM₁₀): Se evidenció una correlación perfecta y estadísticamente significativa. Donde ambos Materiales Particulados, provienen de la misma fuente, como la combustión de Diesel de los camiones de carga pesada y al desgaste/frenado de los vehículos que pasan por el Redondel y el Paso Elevado.

(PM_{2,5} Y PM₁₀) y Ruido: Se presentó una correlación positiva muy alta y estadísticamente significativa. Esto debido a que el incremento del flujo vehicular, ocasiona una respuesta inmediata, es decir, a mayor fuerza de aceleración mecánica en la subida del paso elevado (mayor ruido del motor – 89 dB), mayor es la expulsión del material particulado en este Punto (103 µg/m³).

- **Periodo II:**

Ruido y (PM₁₀): Se evidenció una correlación positiva alta y estadísticamente significativa. Esto se debe, a que en la época seca el paso continuo de vehículos no solo emite ruido de motor, sino que hace que se eleve al airea el polvo y demás partículas más gruesas que están sobre la calzada.

(PM_{2,5} y PM₁₀): Se observó una correlación positiva-fuerte y estadísticamente significativa. Confirmando que la fuente de emisión es del mismo origen.

- **Correlación de las variables con la Morfología urbana y el Punto 3:**

Existencia de una infraestructura de Alta Capacidad: El Punto P3, integra varios carriles, que unen las diferentes vías principales de la ciudad, por lo que esta concentración más el redondel y paso elevado, acelera el flujo, pero genera un demasiado ruido concentrado y más contaminación.

Impacto Directo sobre los Peatones y Usuarios de Transporte Publico: En esta vía se colapsa demasiado en las horas críticas de mayor flujo vehicular. Además, aquí se conectan distintas líneas de buses, por lo que quienes esperan el transporte público quedan expuestos al material particulado, lo que coincide con los picos de 89 dB de ruido y 103 µg/m³ de PM_{2,5} obtenidos.

Inercia Térmica por la Gran superficie Asfaltada: Esta vía se caracteriza por poseer una gran sección, sumado al asfalto del Paso Elevado (que absorbe alta radiación solar) retiene el calor, elevando las temperaturas hasta 35.90°C. Además, el esfuerzo de los

motores de vehículos pesados, genera una dispersión de contaminantes, justificando la fuerte correlación entre ruido y PM_{2,5} ($\tau = 0.84$).

- **PUNTO 4 (Explanada Nuevo Tarqui – Av. de la Cultura) – Periodo I y II**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 24

Valores críticos del Punto 4 – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,80 $^{\circ}\text{C}$	91,90 %	80 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,60 $^{\circ}\text{C}$	85,10 %	49 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,80 $^{\circ}\text{C}$	86,80 %	49 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,60 $^{\circ}\text{C}$	81,10 %	49 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34,50 $^{\circ}\text{C}$	85,50 %	49 dB
	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,50 $^{\circ}\text{C}$	72,80 %	79 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27,20 $^{\circ}\text{C}$	73,40 %	49 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,80 $^{\circ}\text{C}$	73,10 %	49 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34,80 $^{\circ}\text{C}$	71,80 %	49 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,50 $^{\circ}\text{C}$	73,40 %	39 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Críticos por Puntos Estratégicos)

- PUNTO 4 (Explanada Nuevo Tarqui – Av. de la Cultura)**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 25

Valores Críticos del Punto 4 - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,60	-0,20	0,20	0,63
		Sig. Bilateral		0,17	0,62	0,62	0,16
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,60	1	-0,60	0,60	0,76
		Sig. Bilateral	0,17		0,17	0,17	0,11
	Temperatura (°C)	Coeficiente	-0,20	-0,60	1	-1*	-0,63
		Sig. Bilateral	0,62	0,17			0,16
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,20	0,60	-1**	1	0,63
		Sig. Bilateral	0,62	0,17			0,16
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,63	0,76	-0,63	0,63	1
		Sig. Bilateral	0,16	0,11	0,16	0,16	
Periodo 2	PM 2,5 (µg/m³)	Coeficiente	1	0,53	0	-0,44	0,76
		Sig. Bilateral		0,21	1	0,30	0,09
	PM 10 (µg/m³)	Coeficiente	0,53	1	-0,11	-0,11	0,12
		Sig. Bilateral	0,21		0,80	0,80	0,78
	Temperatura (°C)	Coeficiente	0,00	-0,11	1	-0,67	0
		Sig. Bilateral	1	0,80		0,12	1
	Humedad (HR)	Coeficiente	-0,44	-0,11	-0,67	1	-0,50
		Sig. Bilateral	0,30	0,80	0,12		0,25
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,76	0,12	0	-0,50	1
		Sig. Bilateral	0,09	0,78	1	0,25	

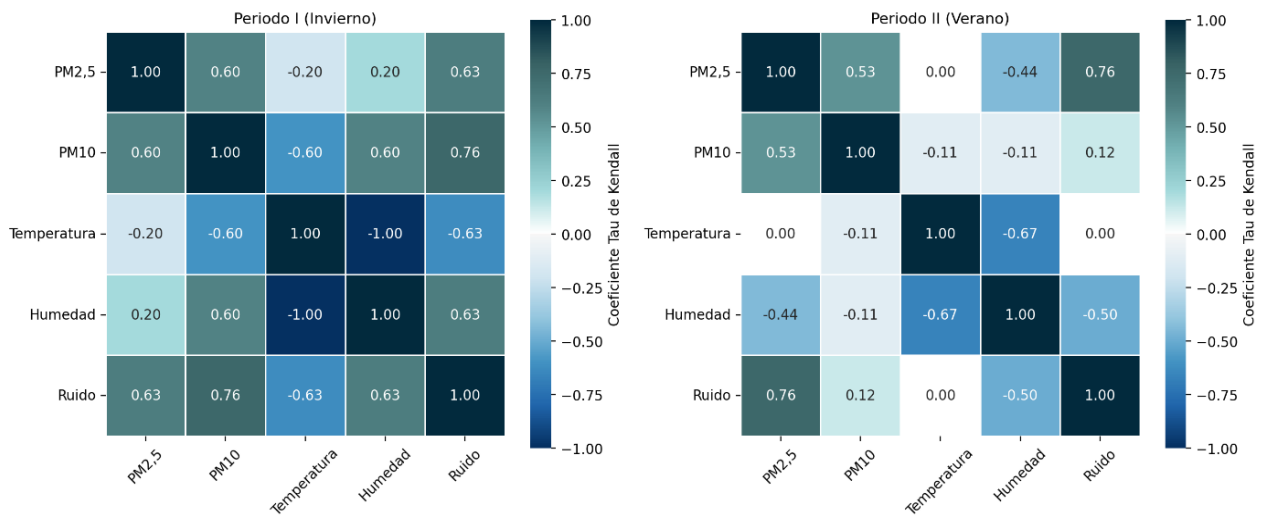
(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

Figura 60

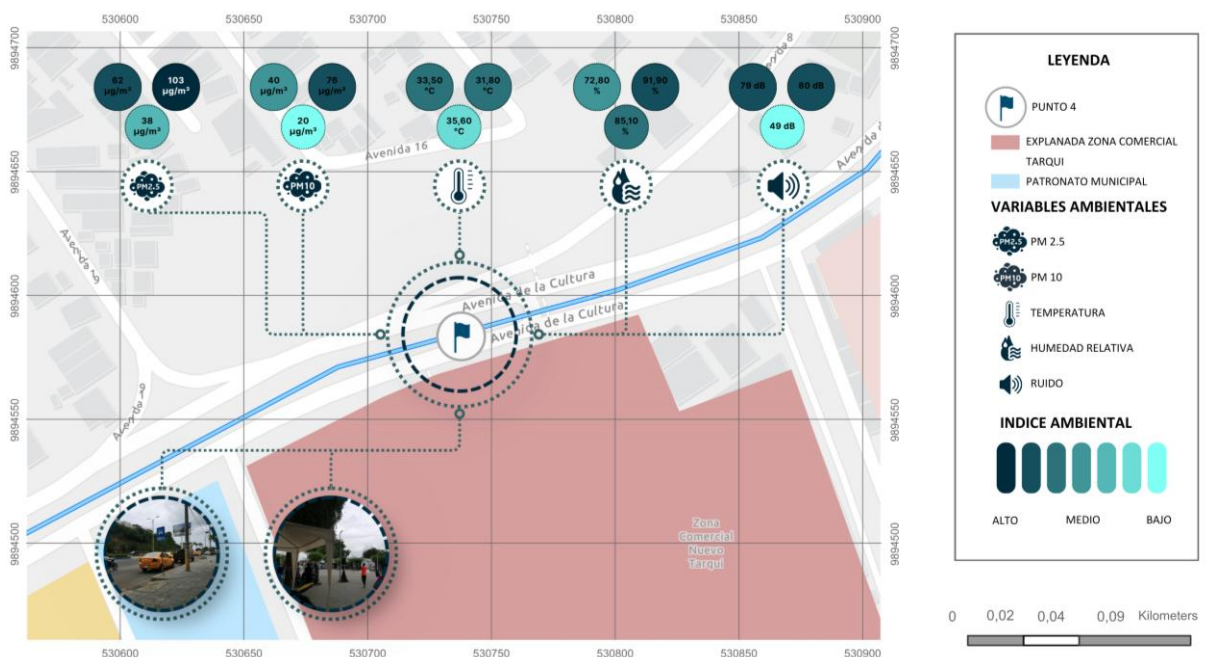
Matriz de Correlación – Punto 4



(Nota. Elaboración Propia)

Figura 61

Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 4



Nota. Elaboración Propia

Correlaciones más importantes encontradas:

- **Periodo I:**

Temperatura y Humedad Relativa Se evidenció una correlación negativa perfecta y con altísima significancia estadística. Esto quiere decir que se refleja una alta sensibilidad termodinámica del microclima en la Av. de la Cultura. Además, el calentamiento del suelo y del aire durante el mediodía, genera una drástica caída inversamente proporcional en la humedad relativa del ambiente.

(PM_{2,5} Y PM₁₀) y Ruido: Se observó una correlación positiva-alta a moderada-alta (aunque no alcanza significancia estadística por el tamaño muestral). En este caso, por el ruido generado por el tráfico, el levantamiento de polvo (PM_{2,5}) y la expulsión de gases contaminantes (PM₁₀) en los momentos de mayor flujo.

- **Periodo II:**

(PM_{2,5} Y PM₁₀) y Ruido: Se evidenció una correlación positiva – alta. Esto confirma que en los niveles máximos del Material Particulado (como los 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), están causado de forma directa por la congestión de vehículos adyacentes a la zona de la Explanada de Nuevo Tarqui.

Temperatura y Humedad Relativa: Para este caso, se mantiene la relación inversamente proporcional, propio del clima árido-costero de Manta.

- **Correlación de las variables con la Morfología urbana y el Punto 4:**

Parterre Central Arbolado (2m): A diferencia de los Puntos 1,2 y 3, el Punto 4 cuenta con arborización central en la vía. Esta barrera verde natural ayuda a la mitigación y captura de contaminantes, ya que actúan como amortiguadores de materiales particulados y ruido ambiental. Esto explica, por qué el nivel de ruido se mantiene bajo (39-49 dB) y el PM_{2,5} en rangos aceptables (17 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Efecto de Borde Edificado Desigual: La vía se encuentra entre edificaciones de baja a media altura, y en ciertos tramos hay presencia de laderas. Además, se considera que las aceras son relativamente estrechas (2m – 2,6m). Esto ocasiona que cuando exista congestión en la explanada de Nuevo Tarqui, la cercanía de los vehículos con las fachadas y habitantes, hace que se dispare el PM_{2,5} con picos de más de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el ruido a más de 80 dB.

La importancia del Factor Dirección del Viento: Esta vía se caracteriza por presentar una morfología lineal, donde existe un efecto “cañón”, es aquí donde la velocidad y dirección del viento en los Periodos, juegan un papel fundamental en la dispersión de

contaminantes. Para el caso del Periodo I, donde la velocidad del viento se mantenía con un promedio de 10 km/h con una dirección O-E (se alinea casi perfectamente con la vía de la Av., de la Cultura). En el caso del Periodo II, donde la velocidad del viento se mantenía con un promedio de 15 km/h con una dirección SO-NE (se alinea perfectamente con la vía de la Av. de la Cultura). Esto demuestra que gracias a esta morfología los niveles de confort sean óptimos en los dos Periodos en Punto.

- **PUNTO 5 (Paso Elevado y Redondel – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial) – Periodo I y II**

Tabla 26

Valores críticos del Punto 5 – Periodos I y II

Periodo	Día	Fecha de Registro	Hora de Registro (Intervalo)	PM 2,5 (µg/m³)	PM 10 (µg/m³)	Temperatura (°C)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	1	11/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	26 µg/m³	21 µg/m³	31,90 °C	90,70 %	49 dB
	2	13/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	30 µg/m³	12 µg/m³	34,10 °C	86,10 %	49 dB
	3	14/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	58 µg/m³	46 µg/m³	35,60 °C	75,60 %	87 dB
	4	16/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	25 µg/m³	23 µg/m³	36,10 °C	83,80 %	49 dB
	5	19/02/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	40 µg/m³	27 µg/m³	31,70 °C	90,70 %	80 dB
	6	19/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	21 µg/m³	8 µg/m³	28,50 °C	73,40 %	39 dB
	7	20/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	38 µg/m³	27 µg/m³	31,10 °C	73,40 %	47 dB
	8	21/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	16 µg/m³	11 µg/m³	29,90 °C	73,40 %	39 dB
	9	23/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	25 µg/m³	16 µg/m³	29,10 °C	73,40 %	49 dB
	10	25/06/2026	12:00 p.m. - 13:30 p.m.	21 µg/m³	18 µg/m³	34,10 °C	72,00 %	39 dB

(Nota. Elaboración Propia – Datos Obtenidos con el ELLySIO y de Ventusky

<https://www.ventusky.com/es/sensacion-termica-mapa#p=-0.966;-80.718;12&t=20260621/1800>)

Correlaciones encontradas – (Valores Críticos por Puntos Estratégicos)

- PUNTO 5 (Paso Elevado y Redondel – Av. de la Cultura/Av. Interbarrial)**

Los resultados obtenidos en los dos Periodos, se los presentan a continuación:

Tabla 27

Valores Críticos del Punto 5 - Correlaciones de Variables a través del Coeficiente de Kendall

Periodo	Variables Ambientales	Correlaciones	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (HR)	Ruido (dB)
Periodo 1	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	0,40	-0,20	-0,11	0,84
		Sig. Bilateral		0,33	0,62	0,80	0,05
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	0,40	1	0	-0,32	0,84
		Sig. Bilateral	0,33		1	0,45	0,05
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	-0,20	0	1	-0,74	-0,12
		Sig. Bilateral	0,62	1		0,08	0,78
	Humedad (HR)	Coeficiente	-0,11	-0,32	-0,74	1	-0,25
		Sig. Bilateral	0,80	0,45	0,08		0,57
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,84	0,84	-0,12	-0,25	1
		Sig. Bilateral	0,05	0,05	0,78	0,57	
Periodo 2	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	1	0,53	0,11	0,17	0,63
		Sig. Bilateral		0,21	0,80	0,72	0,15
	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coeficiente	0,53	1	0,60	-0,32	0,36
		Sig. Bilateral	0,21		0,14	0,48	0,41
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Coeficiente	0,11	0,60	1	-0,63	-0,12
		Sig. Bilateral	0,80	0,14		0,16	0,78
	Humedad (HR)	Coeficiente	0,17	-0,32	-0,63	1	0,38
		Sig. Bilateral	0,72	0,48	0,16		0,43
	Ruido (dB)	Coeficiente	0,63	0,36	-0,12	0,38	1
		Sig. Bilateral	0,15	0,41	0,78	0,43	

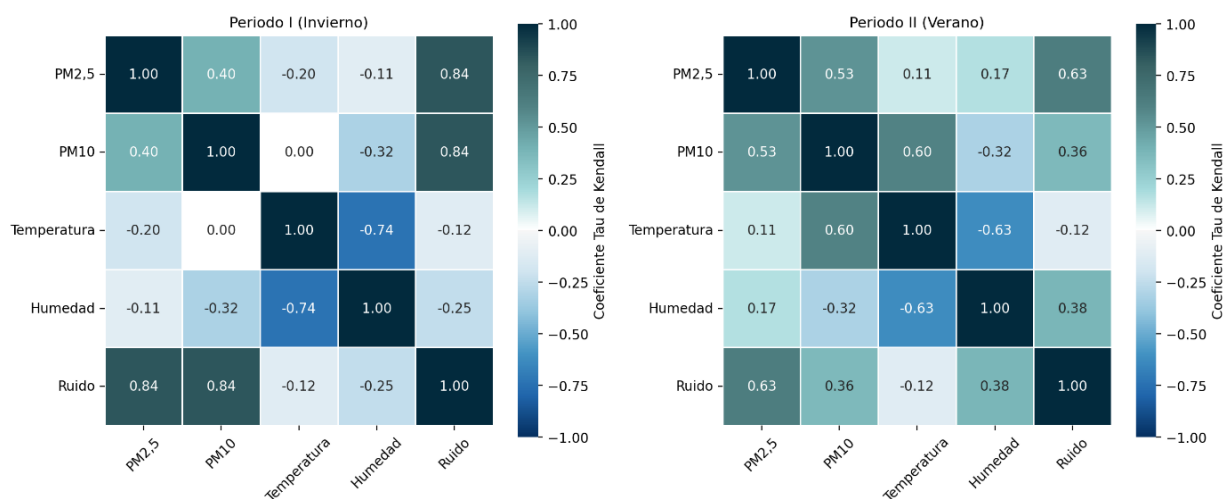
(Nota. Elaboración Propia)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral) – 95% de confianza y 5% de error.)

(* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) – 99% de confianza y 1% de error.)

Figura 62

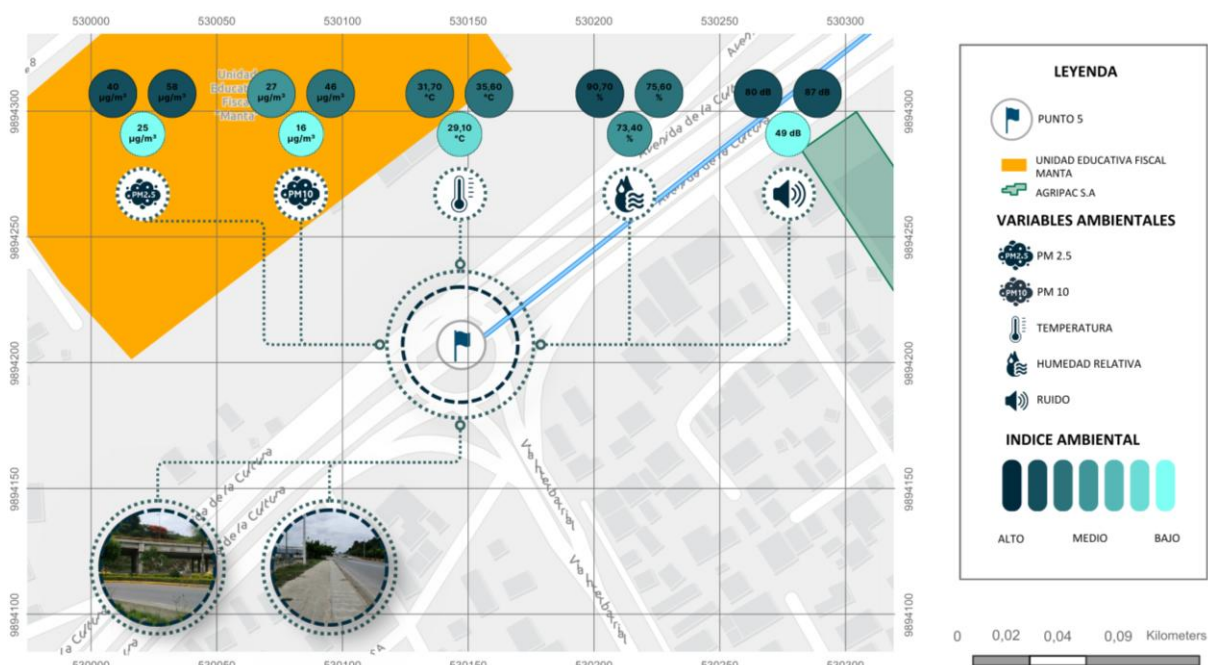
Matriz de Correlación – Punto 5



(Nota. Elaboración Propia)

Figura 63

Mapa de Índice y Nivel registrado de las Variables Ambientales en el Punto 5



Nota. Elaboración Propia

Correlaciones más importantes encontradas:

- **Periodo I:**

- **(PM_{2,5} Y PM₁₀) y Ruido:** Se evidenció una correlación positiva muy fuerte y estadísticamente significativa. Esto demuestra una relación directa entre el esfuerzo mecánico vehicular y la contaminación ambiental en este Punto de intersección. En las horas de mayor flujo de vehículos, en el paso elevado y el redondel que une la Av. de la Cultura con la Av. Interbarrial, se eleva demasiado tanto el ruido (87dB) como el material particulado (PM_{2,5} =58 µg/m³) y (PM₁₀ =46µg/m³).
- **Temperatura y Humedad Relativa:** Se presentó una correlación negativa-fuerte y estadísticamente significativa. Esto evidencia que, existe una estabilidad estacional, donde la radiación solar directa sobre la calle, eleva la temperatura ambiente, reduciendo de forma inversamente proporcional la humedad contenida en el aire.

- **Periodo II:**

- **(PM_{2,5}) y Ruido:** Se obtuvo una correlación positiva moderada-alta y estadísticamente significativa. Esto reafirma que el flujo vehicular existente y continuo, sigue representando la fuente predominante de emisión de material particulado en el corredor.
- **Temperatura y Humedad Relativa:** En este caso, se mantiene una tendencia negativa del comportamiento climático costero.

Correlación de las variables con la Morfología urbana y el Punto 5:

Sección Vial Multicarril: En este Punto de Estudio, según la morfología, las calles son amplias con enormes franjas de asfalto continuo, lo que permite una alta capacidad de tráfico, por ende, se justifica por qué el nivel de ruido se eleve hasta los 87 dB

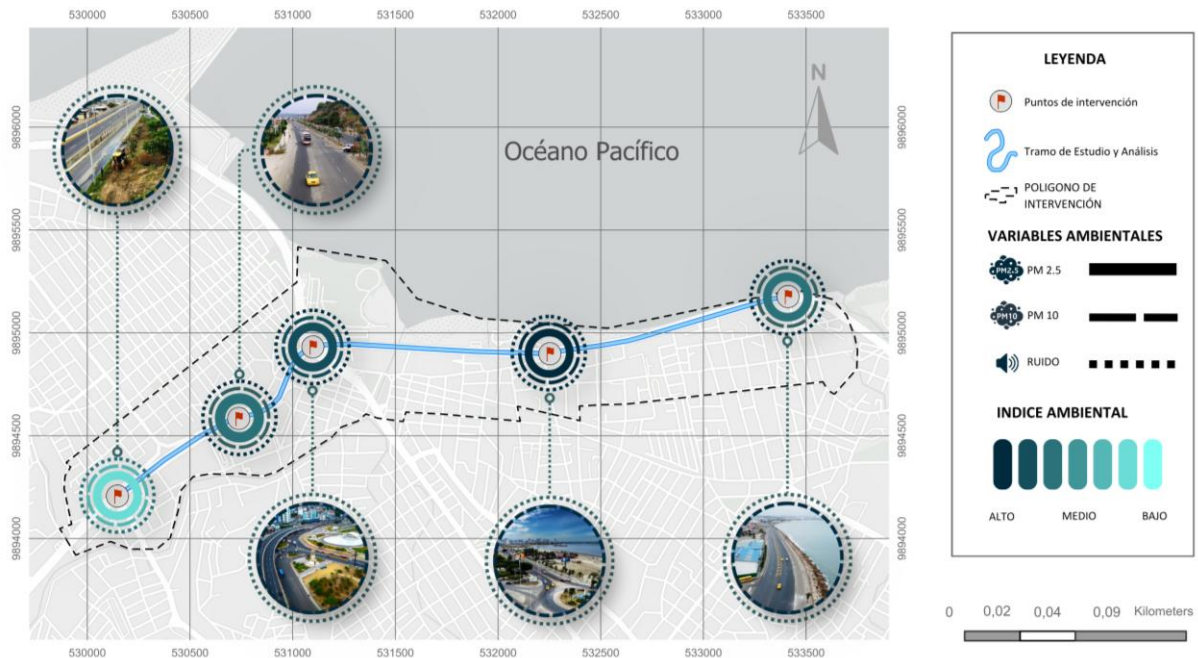
Parterre central con presencia de Vegetación: Este punto, también dispone de un parterre central con vegetación, aunque no en todos los tramos de la vía Av. de la Cultura. De igual actúan como disipadores del material particulado en días despejados y de alto nivel de congestión. Esto se confirma, ya que en verano el PM_{2,5} se mantuvo constante y óptimo (16 - 25µg/m³).

La importancia del Factor Dirección del Viento: Esta vía también se ve beneficiada por la dirección y velocidad del viento en los dos Periodos, como se da en el caso del Punto 4, que se caracteriza por presentar una morfología lineal, donde existe un efecto “cañón”, y el viento juega un papel fundamental en la dispersión de contaminantes.

5.2.4 Discusión de los Hallazgos

Figura 64

Mapa General – Índice Ambiental por Puntos Estratégicos



Nota. Elaboración Propia

- En los Puntos 1, 3 y 5 se registraron correlaciones positivas muy fuertes y estadísticamente significativas entre el Ruido y el Material Particulado. Esto confirma que los niveles altos de Ruido (hasta 90 dB) y del Material Particulado ($159\mu\text{g}/\text{m}^3$), responden a la misma fuente emisora: la aceleración y desaceleración ocasionado por la congestión vehicular.
- En el Punto 1, pese al intenso flujo de transporte pesado, los niveles de PM_{2,5} descendieron a $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la época seca. Esto debido a la brisa marina que disipa el material particulado.
- Mientras los Puntos con baja cobertura vegetal mantuvieron niveles altos de PM_{2,5}. El punto 4 presentó niveles óptimos (17 a $38\mu\text{g}/\text{m}^3$), y niveles de Ruido bajos (39 a 49 dB). Confirmando que la existencia de una arborización, actúa de barrera física de mitigación.
- El Punto 2 (redondel de Playita Mía) reportó la concentración más crítica de PM_{2,5} ($159\mu\text{g}/\text{m}^3$) y Ruido (90 dB) en el Periodo I. Esto confirma que, la geometría del redondel, sumada a la presencia de carriles amplios y estacionamientos, generan un alto nivel de contaminante atmosférico.

- Se identificó una correlación negativa perfecta entre Temperatura y Humedad. En todos los datos obtenidos se observa una relación inversamente proporcional: cuando sube la temperatura, su capacidad para retener vapor de agua se incrementa lo que hace que la humedad relativa disminuya. Por el contrario, cuando la temperatura baja la humedad sube.
- La orientación morfológica de los Puntos 4 y 5 se alinean con la dirección de los vientos predominantes en ambos Periodos. Gracias a esto se dispersa el material particulado.

5.2.5 Limitaciones del Estudio

- La recolección de datos en el sitio de estudio, se realizó con el Dispositivo ELLySIO en dos Periodos Temporales diferentes: febrero (época lluviosa) y junio (época seca). Aunque esta muestra comparativa permitió evidenciar las variaciones y correlaciones significativas, la ausencia de una red de monitoreo continuo durante varios meses, y la reducida muestra obtenida, limita la captura de eventos meteorológicos más profundos.
- Aunque el tramo de estudio presenta dinámicas críticas portuarias, industriales y comerciales, los resultados no pueden compararse directamente a otros sectores de la ciudad con morfologías distintas o menores densidades vehiculares.
- A pesar de las restricciones mencionadas, el análisis correlacional estadístico obtenido, posee una excelente aplicación directa en el ejercicio profesional de la arquitectura y la gestión pública de la Ciudad de Manta.

6. CONCLUSIONES

La investigación logró analizar de manera integral la correlación entre la morfología vial, la dispersión de contaminantes y variables ambientales en la ciudad de Manta, demostrando el uso de la tecnología IoT funciona como herramienta diagnóstica de alta precisión para la gestión Territorial. Además, gracias a los hallazgos obtenidos, se aporta una base técnica, que fundamenta la toma de decisiones en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Manta, permitiendo la correcta orientación para la actualización de los instrumentos de planificación.

A partir de los resultados obtenidos, se determinan las siguientes conclusiones finales:

La fundamentación teórica y metodología implementada, en base a los conceptos de morfología vial, variables ambientales y dispersión de contaminantes, permitieron construir un análisis sólido. Los resultados confirman que el confort ambiental no depende únicamente de las condiciones microclimáticas generales, sino del trazado urbano que condiciona de forma directa la regulación térmica y potenciar el bienestar de los habitantes.

La implementación de la metodología de monitoreo utilizada para la captura de datos, mediante el dispositivo ELLySIO, en los 5 puntos estratégicos, demostró la viabilidad técnica de monitorear datos ambientales en tiempo real. Esta metodología permitió consolidar un flujo continuo y confiable de las variables ambientales, es decir se superaron las limitaciones de cobertura de las estaciones fijas tradicionales.

El diagnóstico cuantitativo mediante el coeficiente Tau de Kendall, confirmó que la densidad del tráfico y la morfología de las vías, deterioran significativamente la calidad del aire del corredor analizado. Los puntos con mayor tráfico y mayor compactación urbana, registraron valores de concentraciones más elevadas de contaminantes ambientales.

La evaluación de la percepción ciudadana confirmó los datos instrumentales, al identificar el transporte pesado y la industria, como los principales emisores de contaminación del aire. Además, la población reconoció que la escasez de vegetación en ciertos puntos, intensifican el malestar térmico y la vulnerabilidad ambiental del corredor.

7. RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones tomando a consideración los hallazgos obtenidos en el análisis de correlación y las características morfológicas urbanas:

- **Para el Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta (GAD):**

Considerando que la ciudad de Manta presenta un déficit en el monitoreo de la calidad del aire, se recomienda implementar un sistema de monitoreo ambiental continuo mediante sensores tipo IoT, similar al que se empleó en la toma de datos durante esta investigación. Además, se recomienda incorporar los resultados de esta investigación en el diagnóstico y actualización del PUGS y PDOT, con el fin de establecer ordenanzas donde se formulen políticas preventivas de ordenamiento territorial y mitigación ambiental.

- **Para el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE):**

Se recomienda pertinente exigir estudios de impacto ambiental que incorporen indicadores de calidad de aire y ruido en futuras intervenciones que se desarrollen sobre los ejes viales la Av. de la cultura y la vía Puerto – Aeropuerto, tomando como referencias la evidencia estadística de esta investigación.

- **Para la Empresa Pública Municipal Movilidad de Manta EP:**

Dado que unas de las correlaciones positivas más fuertes que se dieron en el análisis estadístico, fue el material particulado y el ruido, esto nos lleva a determinar que la principal fuente de emisión es el alto flujo vehicular durante horas de mayor tráfico y feriados, por lo que se recomienda fortalecer la revisión técnica vehicular, del control de emisiones de material particulado en transportes de carga pesada a base de diésel y transporte público.

- **Para futuras investigaciones**

Se recomienda que, en futuras investigaciones relacionadas a temas de variables ambientales, el estudio debería realizarse en periodos más extensos y completos, esto con la finalidad de validar de mejor manera las correlaciones encontradas en este estudio, asimismo, sería conveniente ampliar tanto la duración del muestreo como los horarios de medición, incluyendo distintos momentos del día, esto con la finalidad de obtener una perspectiva más exacta del comportamiento de las variables ambientales a lo largo del tiempo.

8. REFERENCIAS

- Acosta , G. (2022). *Evaluación de la contaminación ambiental y riesgos en una urbanización privada generada por el sector industrial en la ciudad de Guayaquil (Trabajo de titulación de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana)*. Repositorio Digital UPS:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22780/1/UPS-GT003801.pdf>
- Ayala, G. (2017). *La ciudad como espacio habitado y fuente de socialización*. *Ánfora*, 24(42), 189-216:
<https://www.redalyc.org/journal/3578/357851475008/html/>
- Briones García, H. A., Cantos Cedeño, J. J., Mera Arteaga, J. A., & Saltos Loor, E. R. (2025). *Análisis del impacto ambiental y económico del uso del GLP como combustible alternativo en vehículos automotores en la ciudad de Manta*. Polo del Conocimiento:
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/10823>
- Campos, S. (2006). Antropología y medio ambiente. Revisión de una tradición y nuevas perspectivas de análisis en la problemática ecológica. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 1(2), 144-179.
- Carlos, M. (2018). *Diseño de un nodo sensor IoT para el monitoreo de la calidad del aire*. Ingeniería y Desarrollo, 36(2), 438-457.: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612018000200489
- Christian, P. (2020). *Culture and sustainability: Environmental anthropology in the Anthropocene*. (N. Brown, Ed.) En N. Brown (Ed.), *Perspectives: An Open Invitation to Cultural Anthropology* (2^a ed.). American Anthropological Association: <https://pressbooks.pub/perspectives/chapter/culture-and-sustainability-environmental-anthropology-in-the-anthropocene/>
- Código Orgánico Administrativo [COA]. (2017). *Segundo Suplemento del Registro Oficial 31 de 7 de julio de 2017 (con sus reformas)*. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/11/COA.pdf>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Asamblea Nacional de la República del Ecuador*. Registro Oficial Suplemento 983: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- Contreras, L. (2025). *Fuentes naturales de contaminación atmosférica*. Clarity:
<https://www.clarity.io/blog/natural-sources-of-air-pollution>

- Dammert, M. (2024). *Urbanización y medioambiente: claves para el debate desde América Latina*. EURE (Santiago), 50(149), 1-13: <https://www.redalyc.org/journal/8005/800584803002/html/>
- Enríquez, M. (2021). *Morfología urbana y microclimas en ciudades costeras de América Latina: El impacto del frente edificado en la dispersión de partículas*. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/>
- Flores, Y. (2024). *Efecto del Parque Automotor en el Nivel de Contaminación por Dióxido de Carbono en la Ciudad de Puno*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 5932-5948: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9937>
- García , G., & López, Á. (2022). Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. *Movilidad y Territorio: Comportamiento y metabolismo del flujo vehicular en ejes conectores costeros.*, 5(1), 45-58.
- Holgate, S. (2020). *Air pollution and health*. Respiratory Medicine, 1-14.: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7122886/>
- Implan. (2024). *¿Qué es la Calidad del Aire?* ImplanSaltillo: <https://implansalttillo.mx/boceto/calidaddelaire/>
- INEC. (2022). *Resultados del Censo 2022*. <https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/>
- Ingeoexpert. (2018). *"Mecanismos de distribución y transporte de los contaminantes"*. Ingeoexpert (blog).: https://ingeoexpert.com/articulo/mecanismos-distribucion-transporte-los-contaminantes/?srsId=AfmBOoqrqdlY_d74PLGBi7xHBh1HnYO7O0ey6_RITMScuv2llSzn3uy
- ISO. (2005). *Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. ISO Standard No. 7730:2005. Ginebra: ISO.
- Jensen, A. (2025). *Expansión urbana y transformaciones territoriales en áreas periurbanas*. El caso del Partido de La Plata (2000-2023). Pampa. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales, (32), Artículo e0104: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/583/5835511015/html/>
- Kulkarni, G. (2020). *Por qué el análisis del sobrecalentamiento es un factor clave en el diseño de edificios sostenibles*. Mesh Energy: <https://www.mesh-energy.com/insights/why-overheating-analysis-is-a-key-factor-in-sustainable-building-design>

- Kunak. (2023). *Contaminación del transporte urbano: causas, efectos y soluciones*. Obtenido de Kunak AIR: <https://kunakair.com/es/contaminacion-del-transporte-urbano>
- MAATE. (s.f.). *Controlar la contaminación*. <https://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion/>
- Mujica , C., Karis, C., & Ferraro , R. (2010). *Paisaje urbano, infraestructura ecológica y regulación de la temperatura: el caso de Mar del Plata, Argentina*. Estudios del Hábitat, 17(1). Universidad Nacional de La Plata: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636469302007>
- Murray, B. (1992). *Urbanization Without Cities: The Rise and Decline of Citizenship*. Black Rose Books: <https://theanarchistlibrary.org/library/murray-bookchin-urbanization-without-cities>
- Naciones Unidas. (2020). *Las ciudades: centros de contaminación y motores de la acción climática*. Cambio Climático - Soluciones Climáticas: <https://www.un.org/es/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>
- Naula, H. (2024). *Se identifican 23 zonas de congestionamiento vehicular en Cuenca*. Obtenido de El Mercurio: https://elmercurio.com.ec/principal/2024/06/03/transito-calles-cuenca-congestionamiento-vehicular/#google_vignette
- NOAA. (2020). *JetStream - National Weather Service: Transfer of heat energy*. U.S. Department of Commerce.: <https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere/transfer-of-heat-energy>
- Noel, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire (Mcgraw-Hill, Ed.)*. McGraw-Hill Interamericana: <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25470w/nevers.pdf>
- OMS. (2021). *Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*. Who.int: <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- ONU. (2015). *"Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"*. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015 (A/RES/70/1): <https://sdgs.un.org/es/goals>
- ONU-Hábitat. (2018). *ustainable urban mobility and public space*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme: https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-06/sustainable_urban_mobility_and_public_space.pdf

- Orlando, J. (2020). *El valor social del espacio urbano arquitectónico*. Promenade Arquitectura & Diseño.
- Páramo Morales. (2017). *Cultura y comportamiento humano*. Pensamiento y Gestión:
<https://www.redalyc.org/journal/646/64652584001/html/>
- Quintero, S. (2018). *El espacio urbano 'calle' a través de la mirada del paisaje sonoro*. Una propuesta metodológica. Territorios, (39), 191-213: <https://www.redalyc.org/journal/357/35755496009/html/>
- Reynoso, R. (2025). *Microplastics at the ocean-atmosphere interface in Mexican coastal areas of two major oceans*. Marine Environmental Research, 210, 106432.:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113625003459>
- Santiago, V. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental del Parque Automotor de la Ciudad de Jipijapa*. (Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí). Repositorio Digital UNESUM:
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/314/1/UNESUM-ECU-MEAM-2010-5.pdf>
- Sarmiento Sánchez, C. (2025). *Diseño de un nodo sensor Edge IoT para el monitoreo de contaminantes atmosféricos*. de Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 13(30), 25-41.
- Universidad Internacional de La Rioja. (2020). *Riesgos ambientales: qué son, tipos y cómo prevenirlos*. UNIR Revista: <https://www.unir.net/revista/ingenieria/riesgos-ambientales/>

9. ANEXOS

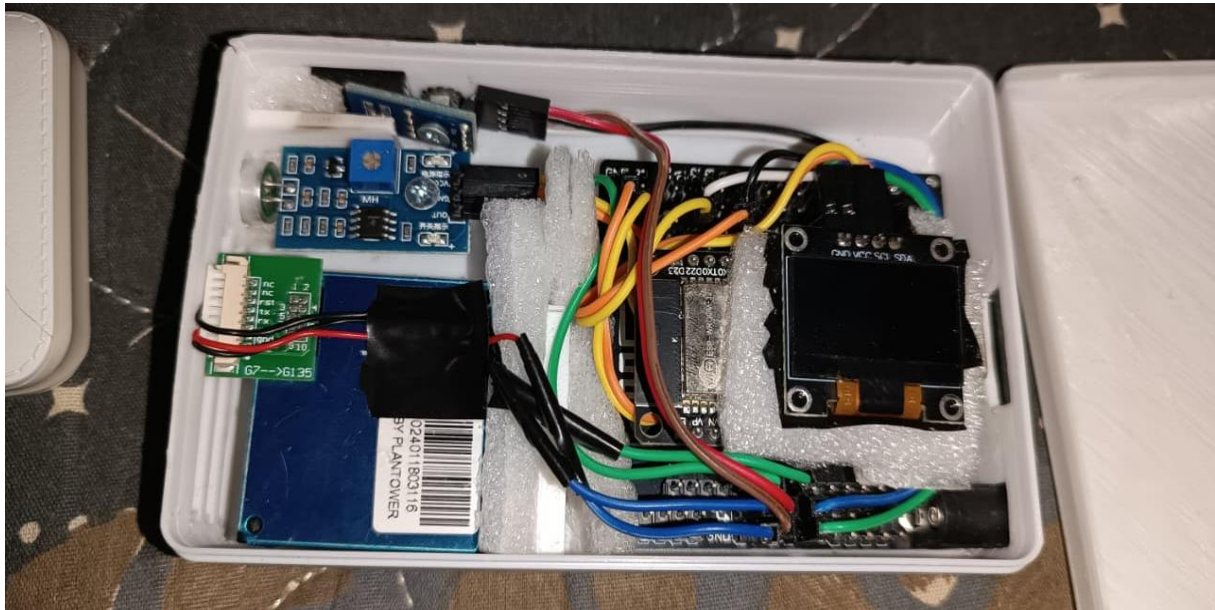
PREGUNTAS PARA ENCUESTA

1. **¿Con qué frecuencia emplea la Vía Puerto - Aeropuerto como principal ruta de conexión y movilidad?**
 - o Diariamente (5 – 7 días a la semana)
 - o Frecuentemente (2 – 4 días a la semana)
 - o Ocasionalmente (1 – 3 veces al mes)
 - o Rara vez – Nunca
2. **¿Sabe usted que es la contaminación ambiental por industrias y/o tráfico vehicular?**
 - o Si
 - o No
3. **¿Cómo calificaría la calidad del aire en este sector durante las horas de mayor tráfico?**
 - o Buena
 - o Regular
 - o Mala

- ☐ Muy mala
- 4. **¿Ha experimentado molestias físicas (tos, ardor en los ojos o alergias) al transitar por la Av. de la Cultura o la Vía Puerto-Aeropuerto?**
 - ☐ Sí, frecuentemente
 - ☐ Ocasionalmente
 - ☐ Nunca
- 5. **¿Usted ha sufrido o padecido alguna molestia notable causada por contaminación ambiental en los últimos 3 meses?**
 - ☐ Respiratoria (Humo de fábricas o vehículos)
 - ☐ Dérmica
 - ☐ Gástrica
 - ☐ Auditiva
 - ☐ Degenerativa
 - ☐ Otra
 - ☐ Ninguna
- 6. **¿Considera que la configuración actual de las vías y edificios en este sector permite una buena circulación del viento?**
 - ☐ Sí
 - ☐ No
 - ☐ No lo sé
- 7. **¿Considera necesaria una regeneración para los espacios públicos-sociales?**
Regenerar zonas desgastadas como vías, caminerías u otras zonas de interés social, comercial, etc.
 - ☐ Si
 - ☐ No
- 8. **¿Cuál de los siguientes problemas ambientales considera que afecta más su bienestar diario en esta zona?**
 - ☐ Contaminación del aire (humo/polvo)
 - ☐ Ruido excesivo
 - ☐ Calor intenso (sensación térmica elevada)
 - ☐ Escasez de vegetación y áreas verdes
- 9. **¿Con qué frecuencia utiliza inhaladores o medicamentos para problemas respiratorios?**
 - ☐ Frecuentemente
 - ☐ Ocasionalmente
 - ☐ Nunca
- 10. **¿Cree que las autoridades locales priorizan adecuadamente la salud ambiental frente al desarrollo comercial e industrial?**
 - ☐ Sí
 - ☐ No
 - ☐ Parcialmente

Figura 65

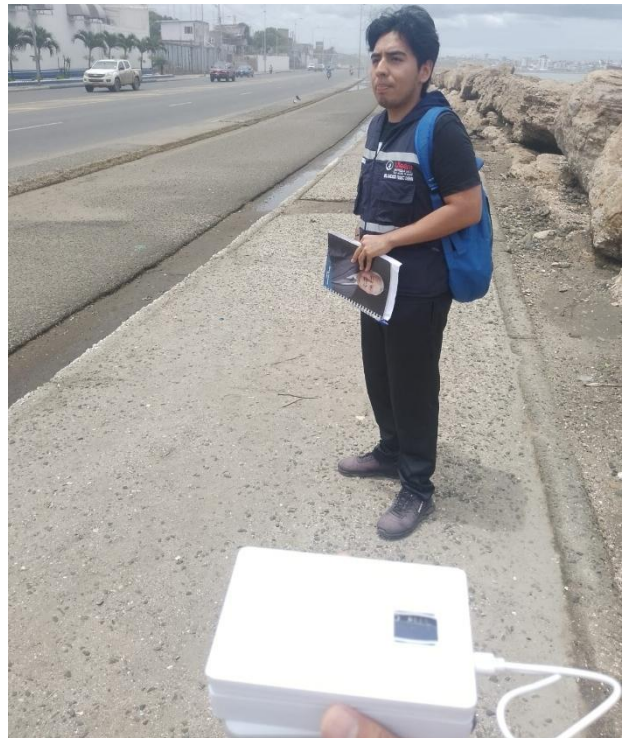
Dispositivo ELLySIO



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 66

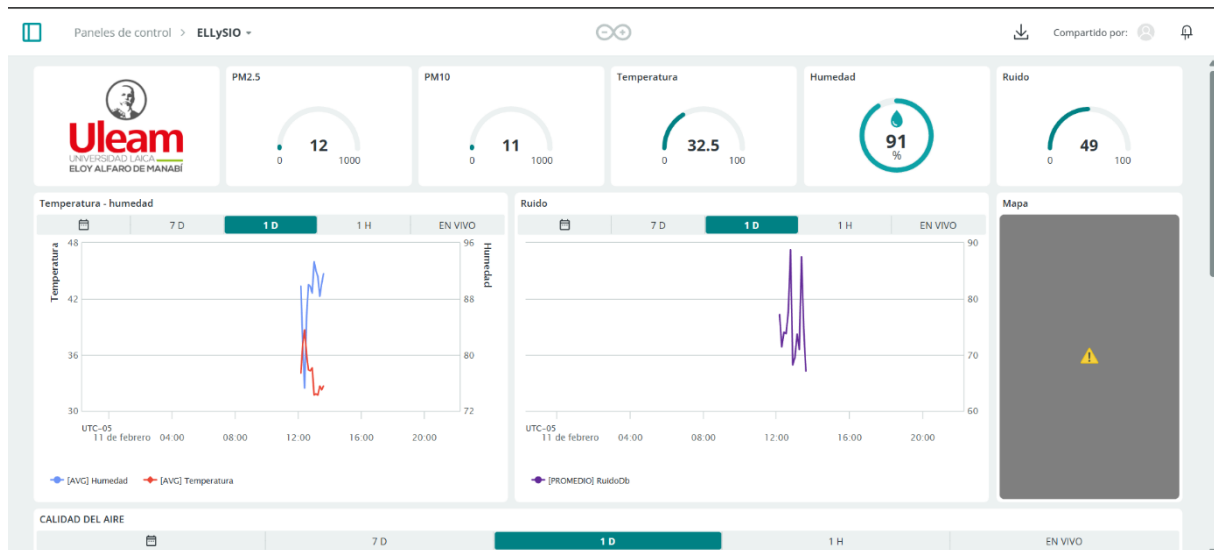
Toma de muestra con el Dispositivo ELLySIO



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 67

Aplicación – Arduino para el registro de la toma de datos



Nota. Elaboración Propia, Aplicación utilizada por el grupo de trabajo. <https://app.arduino.cc/>

Figura 68

Medición de la morfología de las vías y aceras



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 69

Toma de muestra con el Dispositivo ELLySIO - Vía Puerto - Aeropuerto



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 70

Redondel de Playita Mía



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 71

Mercado de Mariscos – Los Esteros



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 72

Redondel de INEPACA



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 73

Av. de la Cultura



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo

Figura 74

Ausencia de Arborización – Vía Puerto Aeropuerto



Nota. Foto tomada por el Grupo de Trabajo