



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERIA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Tema: “Diseño de una estación modular meteorológica para la integración y protección de nodos sensores destinados al monitoreo de variables ambientales en el cantón Baños de Agua Santa”

Modalidad Proyecto Integrador

Trabajo de Titulación, Proyecto Integrador previo a la obtención del Título de Ingeniera en Diseño Industrial, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato

Autor/a: Melanie Anahi Lucero Paredes

Tutor/a: Martin Benancio Monar Naranjo

Ambato - Ecuador

Junio – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Diseño de una estación modular meteorológica para la integración y protección de nodos sensores destinados al monitoreo de variables ambientales en el cantón Baños de Agua Santa de la alumna Melanie Anahi Lucero Paredes, estudiante de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto Integrador ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, junio, 2026



Martin Benancio Monar Naranjo

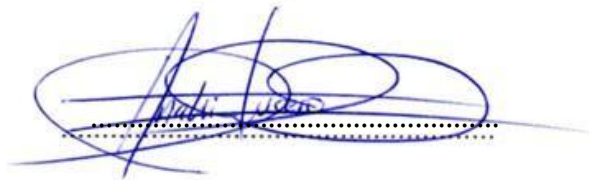
C.C.: 1803474087

TUTOR(A)

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Melanie Anahi Lucero Paredes con cédula de ciudadanía No 1850230366, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad Proyecto Integrador. bajo el tema: **Diseño de una estación modular meteorológica para la integración y protección de nodos sensores destinados al monitoreo de variables ambientales en el cantón Baños de Agua Santa**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor/a de este trabajo de Titulación.

Ambato, junio, 2026



Melanie Anahi Lucero Paredes

C.C.: 1850230366

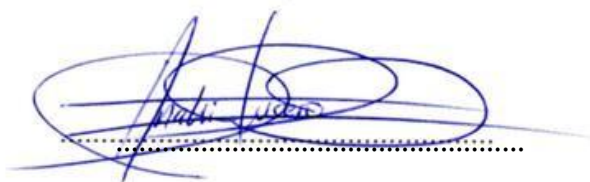
AUTOR(A)

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Melanie Anahi Lucero Paredes con C.C.: 1850230366 en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **DISEÑO DE UNA ESTACIÓN MODULAR METEOROLÓGICA PARA LA INTEGRACIÓN Y PROTECCIÓN DE NODOS SENSORES DESTINADOS AL MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a.

Ambato, junio, 2026



Melanie Anahi Lucero Paredes

C.C.: 1850230366

AUTOR/A

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto Integrador sobre el **DISEÑO DE UNA ESTACIÓN MODULAR METEOROLÓGICA PARA LA INTEGRACIÓN Y PROTECCIÓN DE NODOS SENSORES DESTINADOS AL MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA** de Melanie Anahi Lucero Paredes, estudiante de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Ambato, junio, 2026

Para constancia firman:

.....

Título. Nombres y Apellidos

PRESIDENTE

C.C.:

Título. Nombres Apellidos

Título. Nombres Apellidos

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

C.C.:

C.C.:

DEDICATORIA

A las personas que, de una u otra forma, fueron luz durante los momentos más difíciles de este recorrido.

A mi mamá, Senaida Paredes, y a mi papá, Henry Lucero, porque detrás de cada paso que me trajo hasta aquí existe también una parte de sus esfuerzos, sacrificios y amor. Por acompañarme incluso cuando el camino parecía incierto, por apoyarme en cada etapa de mi vida y por no dejar de creer en mí aun cuando yo misma dudaba. Este logro es también el reflejo de todo lo que sembraron en mí con paciencia, cariño y dedicación. Su apoyo constante frente a las adversidades y las enseñanzas que me han dejado me permitieron encontrar la fortaleza para seguir adelante y llegar hasta este momento.

A mis hermanos Mayte Lucero y Elian Lucero, por crecer junto a mí y formar parte de la persona en la que poco a poco me estoy convirtiendo. Porque el amor que les tengo me inspira cada día a ser una mejor persona, a seguir aprendiendo y a construir un futuro del que puedan sentirse orgullosos.

Y especialmente, a mí misma, por continuar aun cuando el cansancio, el miedo y las preguntas parecían más grandes que las respuestas; por seguir adelante incluso en los momentos donde dudé de mis propias capacidades.

Porque entendí que, muchas veces, no son las grandes montañas las que terminan agotándonos, sino las pequeñas piedras invisibles que llevamos en el camino mientras intentamos seguir avanzando.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor, Martín Monar, y al coordinador de carrera, Andrés López, por su guía, paciencia y apoyo durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos y ayudarme a crecer tanto académica como profesionalmente.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación, gracias por cada enseñanza, consejo y experiencia compartida. Más allá de los conocimientos adquiridos, me llevo el ejemplo, la pasión y la dedicación con la que ejercen su profesión. Su huella permanecerá conmigo y en mis diseños mucho después de haber terminado esta etapa.

A mis abuelitos paternos, Luis y Yolanda, por su cariño, sus palabras de aliento, por ayudarme siempre que lo necesité y por mimarme con el amor tan especial que siempre me brindaron.

A mis abuelitos maternos, Héctor e Inés, por ser mis segundos padres, por cuidarme, creer en mí y acompañarme en cada paso de mi vida. Gran parte de la persona que soy hoy se la debo a ustedes.

A mis tíos Elza, Romel, Luis, Julia, Vero y Jairo, gracias por cada gesto de ayuda, por preocuparse por mí y por estar presentes cuando los necesité, siendo tíos, amigos, cómplices y consejeros a lo largo de mi vida. A Irma y Wilo, por ser una de las presencias más constantes en mi vida. Gracias por abrirme siempre las puertas de su hogar y de su corazón, por escucharme, aconsejarme y apoyarme en cada etapa de mi camino. Gran parte de la fortaleza con la que hoy llego hasta aquí también nace del amor y apoyo que siempre encontré en ustedes.

A mis amigas Thalía y Elizabeth, gracias por convertirse en una parte esencial de mi vida. Gracias por escucharme en mis mejores y peores días, por sostenerme cuando sentía que no podía más y nunca dejar que me rinda, por celebrar mis alegrías y acompañarme en mis tristezas. No existen palabras suficientes para expresar lo importante que ha sido su amistad para mí.

A mi Asociación, mi segunda familia. Gracias por abrirme las puertas cuando más lo necesitaba y por convertirse en un lugar donde encontré amistad, apoyo y aceptación. Gracias por cada conversación, cada risa, cada proyecto, cada evento y cada recuerdo compartido. Gracias por acompañarme durante mi crecimiento, por enseñarme tanto dentro como fuera de la universidad y por hacerme sentir que nunca estaba sola. En especial a Cristian y Solange, por formar parte importante de esta etapa de mi vida y por todos los momentos compartidos. Y a todos los demás chicos de la Aso que estuvieron y están actualmente, aunque estas páginas no alcancen para nombrarlos a todos, quiero que sepan que cada uno dejó una huella en mi historia. Los llevo conmigo con enorme cariño y gratitud.

A Joddy, Gaby, Chipi, Anapau, Mome, y Emanuel gracias por caminar junto a mí durante esta etapa tan importante. Gracias por las horas de trabajo, las preocupaciones compartidas, las risas, los consejos, la ayuda y el apoyo incondicional. Gracias por estar presentes en los momentos más difíciles y también en los más felices. La universidad y esta etapa de mi vida no habrían sido las mismas sin ustedes.

Y finalmente, gracias a todas aquellas personas que formaron parte de mi vida durante estos años. A quienes me alentaron cuando quería rendirme, a quienes confiaron en mí cuando yo no podía hacerlo, a quienes compartieron largas noches de planos, conversaciones, sueños, risas y preocupaciones. Aunque algunos caminos hayan tomado direcciones distintas, siempre guardaré con cariño lo que compartimos. Cada persona que pasó por esta etapa dejó algo de sí en mi historia y, de una u otra forma, también ayudó a que hoy pudiera llegar hasta aquí.

Gracias por acompañarme, creer y crecer junto a mí durante una de las etapas más importantes y transformadoras de mi vida.

Anahí Lucero

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA (opcional)	vi
AGRADECIMIENTO (opcional).....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT	xix

ÍNDICE GENERAL

B. CONTENIDOS

CAPITULO I MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Contextualización	3
1.2.2 Árbol de problemas	5
1.2.3 Enunciado del problema.....	6
1.3 Justificación.....	8
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo general	10
1.4.2 Objetivos específicos.....	11
1.5 Línea de investigación	11
1.6 Pregunta de Investigación.....	11
1.7 Antecedentes Investigativos	12
1.7.1 Antecedentes sobre estaciones meteorológicas low cost.....	12
1.7.2 Diseño de envoltentes, protección ambiental e integración de sensores	
17	
1.8 Marco Teórico	26
1.8.1 Categorías fundamentales.....	26
1.8.2 Red conceptual	28
1.9 Desarrollo del marco	29
1.9.1 Monitoreo meteorológico y estaciones de medición	29
1.9.2 El nodo de sensores como subsistema físico.....	33

1.9.3	Determinantes funcionales	34
1.9.4	Determinantes del contexto	35
1.9.5	Determinantes Ambientales.....	37
1.9.6	Diseño industrial.....	40
1.9.7	Arquitectura de producto y modularidad.....	42
1.9.8	Configuración Formal	43
1.9.9	Estrategias de protección y estándares internacionales	44
1.9.10	Protección contra líquidos y humedad	47
1.9.11	Materiales	50
1.9.12	Capacidad protección del prototipo.....	50
2	CAPITULO II METODOLOGÍA	53
2.1	Método	53
2.2	Enfoque de Investigación	54
2.3	Modalidad.....	55
2.4	Nivel de investigación	56
2.5	Diseño de investigación.....	57
2.5.1	Población y muestra	57
2.5.2	Tipo de muestra	58
2.5.3	Tamaño de muestra	59
2.5.4	Selección de muestra	59
2.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
2.6.1	Instrumentos de investigación	65
2.6.2	Matriz araña para la selección de materiales	73
2.6.3	Ficha de evaluación del prototipo y protocolo de prueba física preliminar	74

2.7	Operacionalización de variables	78
3	CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
3.1	Análisis y discusión de resultados	85
3.1.1	Contexto de Intervención y Emplazamiento.....	85
3.1.2	Determinantes ambientales del contexto	91
3.1.3	Determinantes Técnico de los Componentes.....	95
3.1.4	Criterios obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas.....	101
3.1.5	Triangulación de datos	131
3.2	Propuesta	160
3.2.1	Identificación de necesidades del sistema y del contexto.....	161
3.2.2	Desarrollo de la propuesta	162
3.2.3	Prototipado	186
3.2.4	Resultado final de la propuesta.....	199
3.3	Verificación de pregunta de investigación / hipótesis o idea a defender.....	204
3.3.1	Aplicación de la checklist de evaluación.....	204
3.3.2	Resultados de evaluación por expertos.....	205
3.3.3	Verificación de la Pregunta de Investigación	209
4	CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	209
4.1	Conclusiones.....	209
4.2	Recomendaciones	212

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

Anexos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Referente de estación climática low cost con energía fotovoltaica y comunicación inalámbrica.....</i>	12
Tabla 2 <i>Referente de estación meteorológica inteligente con integración física de sensores</i>	14
Tabla 3 <i>Referente de estación meteorológica inteligente con integración física de sensores</i>	16
Tabla 4 <i>Referente de carcasa compacta para monitoreo ambiental IoT</i>	17
Tabla 5 <i>Referente de sonda para monitoreo de CO₂ en suelo con control de humedad .</i>	19
Tabla 6 <i>Referente de módulo multimodal para sensores en exteriores.....</i>	22
Tabla 7 <i>Referente de carcasa técnica para sensores</i>	23
Tabla 8 <i>Matriz de Clasificación de Sitios de Observación.....</i>	36
Tabla 9 <i>Determinantes ambientales Baños de Agua Santa.....</i>	38
Tabla 10 <i>Clasificación IP contra sólidos y polvo</i>	45
Tabla 11 <i>Clasificación IP contra líquidos y Humedad</i>	47
Tabla 12 <i>Perfil de expertos entrevistados del área de diseño.....</i>	60
Tabla 13 <i>Perfil de expertos entrevistados del área Técnica</i>	61
Tabla 14 <i>Técnica: Revisión bibliográfica y documental</i>	62
Tabla 15 <i>Técnica: Entrevista semiestructurada</i>	63
Tabla 16 <i>Técnica: Observación técnica del sitio</i>	63
Tabla 17 <i>Técnica: Levantamiento físico de componentes</i>	63
Tabla 18 <i>Técnica: Evaluación comparativa multicriterio mediante matriz araña</i>	64
Tabla 19 <i>Técnica: Observación evaluativa y prueba física preliminar</i>	64
Tabla 20 <i>Matriz de revisión bibliográfica y condiciones climáticas.....</i>	65
Tabla 21 <i>Estructura de la ficha de observación técnica del sitio</i>	66
Tabla 22 <i>Modelo de entrevista semiestructurada Perfil Diseño</i>	68
Tabla 23 <i>Modelo de entrevista semiestructurada Perfil Diseño</i>	70
Tabla 24 <i>Matriz descriptiva para la evaluación de material mediante matriz araña.....</i>	74
Tabla 25 <i>Matriz evaluación del prototipo y protocolo de prueba física preliminar</i>	75
Tabla 26 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	78

Tabla 27 <i>Matriz resumen de Clasificación de sitio para emplazamiento de estaciones meteorológicas</i>	86
Tabla 28 Matriz resumen de Clasificación Final de sitio para emplazamiento de estaciones meteorológicas	88
Tabla 29 <i>Matriz de caracterización climática y ambiental del sitio de estudio</i>	93
Tabla 30 <i>Determinantes Técnicos de los componentes</i>	96
Tabla 31 <i>Matriz dimensional y volumétrica de componentes por nodo</i>	98
Tabla 32 Matriz de hallazgos del perfil diseño por área de análisis según entrevistas semiestructuradas.....	102
Tabla 33 <i>Síntesis de requerimientos de diseño y recomendaciones del perfil diseño</i>	114
Tabla 34 <i>Matriz de hallazgos del perfil Técnico por área de análisis según entrevistas semiestructuradas</i>	120
Tabla 35 <i>Síntesis de requerimientos de diseño y recomendaciones del perfil Técnico</i>	127
Tabla 36 <i>Matriz de triangulación de datos para la consolidación de requerimientos de diseño</i>	132
Tabla 37 <i>Consolidada de requerimientos de diseño por áreas de análisis</i>	139
Tabla 38 <i>Matriz de elección de Material</i>	147
Tabla 39 <i>Matriz de necesidades del sistema y del contexto</i>	162
Tabla 40 <i>Requerimientos consolidados de diseño- Briff</i>	164
Tabla 41 <i>Matriz de selección de concepto</i>	184
Tabla 42 <i>Escala de valoración utilizada en la checklist de evaluación</i>	204
Tabla 43 <i>Perfil Validación por expertos</i>	205
Tabla 44 <i>Matriz de validación por expertos</i>	206

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 <i>Árbol de Problemas</i>	5
Figura 2 <i>Ensamblaje general de la estación climática de bajo costo</i>	13
Figura 3 <i>Prototipo de la estación meteorológica inteligente desarrollada por Álvarez Vizcaíno</i>	15
Figura 4 <i>Estación meteorológica local de bajo costo montada sobre base de soporte y detalle de su carcasa.</i>	17
Figura 5 <i>Despiece de la carcasa y disposición de componentes del dispositivo GatorByte</i>	19
Figura 6 <i>Arquitectura del sistema de monitoreo de CO₂ y despiece de la sonda.</i>	21
Figura 7 <i>Configuración del sistema sensorial multimodal para exteriores</i>	23
Figura 8 <i>Carcasas interna para el sensor</i>	25
Figura 9 <i>Categorías fundamentales Variable Independiente</i>	27
Figura 10 <i>Categorías fundamentales Variable Dependiente.</i>	27
Figura 11 <i>Red Conceptual Variable Independiente</i>	28
Figura 12 <i>Red Conceptual Variable Independiente</i>	29
Figura 13 <i>Metodología de diseño para productos de carácter tecnológico.</i>	41
Figura 14 <i>Geometría Drip Loop para gestión de Goteo</i>	47
Figura 15 <i>Modelo para matriz de parámetros por sensor y componente.</i>	67
Figura 16 <i>Matriz Araña para elección de material.</i>	149
Figura 17 <i>Case experimental utilizado para la comprobación preliminar del sistema de sellado.</i>	151
Figura 18 <i>Aplicación del caucho de silicona como sistema de sellado perimetral entre tapa y base.</i>	152
Figura 19 <i>Aplicación de agua mediante goteo vertical sobre el case experimental</i>	154
Figura 20 <i>Revisión interna posterior a la prueba de agua mediante goteo vertical</i>	154
Figura 21 <i>Aplicación de agua mediante goteo inclinado sobre el case experimental.</i>	155
Figura 22 <i>Aplicación de agua mediante spray sobre el case experimental.</i>	156
Figura 23 <i>Revisión interna posterior a la prueba de agua mediante goteo inclinado</i> .	156
Figura 24 <i>Revisión interna posterior a la prueba de agua mediante spray</i>	157

Figura 25 Aplicación de tierra negra de jardín sobre la zona de unión simulación de cámara de polvo	157
Figura 26 Acumulación superficial de partículas en la unión tapa-base.....	158
Figura 27 Revisión interna posterior a la prueba de partículas	159
Figura 28 Metodología de Diseño Adaptada.....	161
Figura 29 Moodboard de productos existentes.....	164
Figura 30 Esquema de Producto Módulo Gateway.....	166
Figura 31 Esquema de Producto Módulo Urbano	167
Figura 32 Esquema de Producto Módulo Mirador	168
Figura 33 Esquema de Producto Módulo Final	169
Figura 34 Esquema de Producto Agrupado por subsistemas Módulo Getway	171
Figura 35 Lista de Subsistemas Módulo Getway	172
Figura 36 Esquema de Producto Agrupado por subsistemas Módulo Urbano.....	173
Figura 37 Esquema de Producto Agrupado por subsistemas Módulo Mirador.....	174
Figura 38 Lista de Subsistemas Módulo Urbano	175
Figura 39 Lista de Subsistemas Módulo Mirador.....	176
Figura 40 Esquema de Producto Agrupado por subsistemas Modulo Final.....	177
Figura 41 Lista de Subsistemas Módulo Final.....	178
Figura 42 Disposición Geométrica aproximada 2D y 3D.....	179
Figura 43 Bocetos de protección y organización modular.....	180
Figura 44 Exploración Formal Generación de Conceptos	185
Figura 45 Módulo Temperatura y Humedad Morfología exterior	186
Figura 46 Módulo Temperatura y Humedad Morfología Vista de Sección	188
Figura 47 Módulo Sonido Morfología exterior	189
Figura 48 Módulo Sonido Morfología Vista de Sección	189
Figura 49 Módulo Calidad de Aire Morfología exterior.....	190
Figura 50 Módulo Calidad de Aire Morfología Vista de Sección	190
Figura 51 Módulo detección UV Morfología exterior.....	191
Figura 52 Módulo detección UV Morfología Vista de Sección.....	191
Figura 53 Módulo GPS Morfología exterior	192
Figura 54 Módulo GPS Morfología Vista de Sección	193

Figura 55 Módulo Gateway Morfología exterior	193
Figura 56 Módulo Gateway Morfología Vista de Sección	194
Figura 57 Módulo Batería Morfología exterior	194
Figura 58 Módulo Batería Morfología Vista de Sección.....	195
Figura 59 Módulo Anclaje Principal Morfología exterior	195
Figura 60 Módulo Anclaje Brazos Morfología exterior	196
Figura 61 Micro Estación Metodología Completa Morfología Exterior.....	196
Figura 62 Micro Estación Metodología Completa Morfología Exterior + Módulo Batería	197
Figura 63 Prototipo Físico Vista 1	197
Figura 64 Prototipo Físico Vista 2	198
Figura 65 Prototipo Físico Vista 3.....	199
Figura 66 Propuesta final de la micro estación meteorológica modular Vista 1.....	201
Figura 67 Propuesta final de la micro estación meteorológica modular Vista 1.....	201
Figura 68 Despiece General.....	203

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación se enmarca dentro del diseño de una estación meteorológica modular para la integración y el resguardo de nodos sensores, cuyo objetivo es monitorear las variables ambientales de la localidad de Baños de Agua Santa. Ante los problemas de funcionamiento de estos nodos provocados por los severos factores climáticos de gran humedad (87-91%), las frecuentes lluvias de hasta 2.755 mm/año y la caída de ceniza del volcán Tungurahua en el exterior, el propósito fue materializar una estructura física que actuara como escudo protector para los sensores de bajo costo. De manera metodológica se implementó un enfoque mixto de predominancia cualitativa y con una orientación proyectual-aplicada. Se escribió un análisis analítico-sintético que incluyó la caracterización contextual del territorio, el levantamiento tridimensional de los componentes electrónicos (sensores DHT22, MQ-135, GPS, etc) y la realización de entrevistas semiestructuradas a diez expertos en total de las áreas de diseño industrial y telecomunicaciones. Como resultado principal, se desarrolló la configuración sistémica y volumétrica de una micro estación, dividiéndola en bloques funcionales diferenciados o chunks (donde se nombraron los módulos Gateway, Urbano y Mirador) y cuya fabricación para la generación de prototipos fue a través de impresoras 3D con filamento de Acrilonitrilo Estireno Acrilato (ASA) para ejecutar la elección estratégica de los materiales siguiendo la metodología de Ashby, en función de sus altas prestaciones de resistencia a la radiación UV y a la intemperie. En último lugar, la pertinencia del prototipo fue validada por el juicio de expertos, obteniéndose una alta consideración por parte de los criterios de escurrimiento hidráulico, ventilación pasiva, modularidad y viabilidad constructiva, evidenciando la eficacia de las soluciones morfológicas propias del diseño industrial para resguardar hardware tecnológico local expuesto a la agresividad de microclimas andinos.

DESCRIPTORES: DISEÑO INDUSTRIAL, ESTACIÓN METEOROLÓGICA, MONITOREO AMBIENTAL, MODULARIDAD, PROTECCIÓN CLIMÁTICA.

ABSTRACT

This degree project addresses the design of a modular meteorological station for the integration and protection of sensor nodes intended for monitoring environmental variables in the Baños de Agua Santa canton. Faced with operational issues caused by severe climate conditions such as high humidity (87-91%), frequent rainfall reaching 2,755 mm/year, and eventual volcanic ash falls from the Tungurahua volcano, the objective focused on materializing a physical structure that acts as a protective shield for low-cost sensors.

Methodologically, a mixed approach with qualitative predominance and a project-applied orientation was adopted. An analytical-synthetic process was executed, comprising the contextual characterization of the territory, the three-dimensional measurement of the electronic components (DHT22, MQ-135, and GPS sensors, among others), and semi-structured interviews conducted with ten experts from the industrial design and telecommunications fields.

As a main result, the systemic and volumetric configuration of a micro-station was developed, dividing it into distinct functional blocks or chunks (designated as Gateway, Urban, and Mirador modules). These subsystems were manufactured via 3D printing using Acrylonitrile Styrene Acrylate (ASA) filament, strategically selected through Ashby's methodology due to its high resistance to UV radiation and weathering.

Finally, the prototype's relevance was validated through expert judgment, achieving high approval ratings in criteria such as hydraulic runoff, passive ventilation, modularity, and manufacturing viability, demonstrating the effectiveness of industrial design morphological solutions in safeguarding local technological hardware exposed to aggressive Andean microclimates.

KEYWORDS: INDUSTRIAL DESIGN, METEOROLOGICAL STATION, ENVIRONMENTAL MONITORING, MODULARITY, CLIMATE PROTECTION.