

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN



**SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE
MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A.**

Presentado por:

BR. JOSÉ ESCALONA

BR. JUAN GONZÁLEZ

TRUJILLO, VENEZUELA

2025

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN



**SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE
MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A.**

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero en Computación

Presentado por:

BR. JOSÉ ESCALONA

BR. JUAN GONZÁLEZ

Tutor (a) Académico:

MSc. YUMARY VALECILLOS

TRUJILLO, VENEZUELA

2025

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por haber sido guía constante en cada paso de este camino, por fortalecer mi espíritu en los momentos de incertidumbre y renovar mi esperanza ante cada dificultad.

A mi familia, por su amor incondicional, su confianza en mí y por ser el pilar fundamental que ha sostenido mis sueños. A mis padres, quienes con esfuerzo y sacrificio sembraron en mí los valores que hoy me definen. A mis hermanos, por ser inspiración y compañía.

A mi pareja, por ser mi compañía y apoyo incondicional en muchos momentos, lo que me sirvió a mantenerme firme y seguir hacia adelante.

A mis amigos y seres queridos que, con palabras de aliento y gestos de apoyo, me impulsaron a no rendirme.

Dedico este logro con humildad y gratitud a todos los que han creído en mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por brindarme la sabiduría y la fortaleza necesarias para alcanzar esta meta académica.

A mis tutores y profesores de la Universidad Valle del Momboy, quienes compartieron su conocimiento, orientaron a nuestro camino investigativo y ofrecieron valiosas observaciones que permitieron enriquecer esta tesis.

A la empresa Holanet C.A., por su disposición y colaboración en el desarrollo del estudio, así como al personal de los departamentos de tecnología, soporte e infraestructura, quienes participaron activamente en la aplicación de los instrumentos y aportaron experiencias significativas.

A nuestra familia, por su amor, paciencia y constante motivación durante todo el proceso. A mis compañeros de estudio, por el compañerismo, el intercambio de ideas y los momentos compartidos.

A todos aquellos que de alguna forma contribuyeron a la culminación de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
INDICE GENERAL	5
INDICE DE TABLAS	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE ANEXOS	11
VEREDICTO	12
RESUMEN	13
ABSTRACT (RESUMEN EN INGLÉS)	15
INTRODUCCION	16
CAPITULO I	19
EL PROBLEMA.....	19
1.1 Contextualización del problema	19
1.2 Formulación del Problema.....	22
1.2.1 Problema general	22
1.2.2 Problemas específicos	22
1.3 Objetivos de la investigación	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 Justificación del Estudio	23
1.4.1 Justificación teórica	23
1.4.2 Justificación Metodológica	24
1.4.3 Justificación Práctica	24

1.5 Alcance y Limitaciones.....	25
1.5.1 Alcance	25
1.5.2 Limitaciones.....	26
1.6 Vinculación con el Proyecto Institucional de Desarrollo Humano Sustentable	26
CAPITULO II.....	28
MARCO TEORICO.....	28
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	28
2.2 Bases teóricas.....	31
2.2.1 Arquitecturas de Microservicios	31
2.2.2 Sistema de gestión sustentable.....	41
2.3 Bases Legales.....	48
2.3.1 Ley de los Derechos Ambientales de la CRBV:.....	48
2.3.2 Leyes del Ambiente	49
2.3.3 Norma ISO 14001:2015.....	49
2.4 Sistema de Variables.....	49
2.4.1 Operacionalización de las Variables	50
2.5 Definición de términos básicos.....	51
2.5.1 Microservicios.....	51
2.5.2 Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas	51
2.5.3 Internet Service Provider (ISP).....	51
2.5.4 Gestión de Residuos Electrónicos.....	52
2.5.5 Desacoplamiento de Software.....	52
2.5.6 Escalabilidad Horizontal.....	52
2.5.7 API (Application Programming Interface)	53
2.5.8 Desarrollo Sustentable	53

CAPITULO III.....	54
MARCO METODOLÓGICO.....	54
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación	54
3.2 Población y Muestra	56
3.2.1 Población.....	56
3.2.2 Muestra	56
3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	56
3.3.1 Cuestionario estructurado tipo Likert	57
3.3.2 Guía de entrevista semiestructurada	57
3.4 Validez y Confiabilidad	58
3.4.1 Validez	58
3.4.2 Confiabilidad.....	59
3.5 Procedimiento Metodológico.....	59
3.6 Técnicas y Métodos de Análisis de Datos	60
3.6.1 Análisis Cuantitativo.....	60
3.6.2 Análisis Cualitativos	61
CAPITULO IV.....	62
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	62
4.1 Presentación y Análisis de resultados	62
4.1.1 Presentación de resultados Cuantitativos.....	63
4.1.2 Presentación de resultados Cualitativos.....	68
4.1.3 Análisis de resultados Cuantitativos	70
4.1.4 Análisis de Resultados Cualitativos.....	72
4.2 Discusión de Hallazgos.....	73
4.3 Vinculación con objetivos institucionales	76

CAPITULO V	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1 Conclusiones	79
5.2 Recomendaciones	80
5.3 Líneas Futuras de Investigación.....	81
CAPITULO VI.....	83
LA PROPUESTA	83
6.1 Introducción	83
6.2 Fundamentación Teórica y Conceptual de la Propuesta.....	84
6.3 Objetivos de la Propuesta.....	85
6.4 Descripción de la Propuesta.....	86
6.5 Factibilidad de la Propuesta	91
6.5.1 Factibilidad Técnica.....	91
6.5.2 Factibilidad Operativa.....	92
6.5.3 Factibilidad Económica	92
6.5.4 Factibilidad Legal	92
6.6 Evaluación e Implementación de la Propuesta	93
6.6.1 Plan de Implementación.....	93
6.6.2 Recursos Necesarios	95
6.6.3 Indicadores de Éxito	95
6.7 Conclusión	95
Referencias Bibliográficas	97
ANEXOS	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	47
Tabla 2. Principio de Modularidad.	63
Tabla 3. Principio de Escalabilidad.....	64
Tabla 4. Principio de Resiliencia.	65
Tabla 5. Principio de Encapsulación.....	66
Tabla 6. Principio de Programación políglota.	67
Tabla 7. Cronograma Tentativo de Implementación	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indicador Modularidad.	63
Figura 2. Indicador Escalabilidad.	64
Figura 3. Indicador Resiliencia.	65
Figura 4. Indicador Encapsulación.	66
Figura 5. Indicador Programación políglota.	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 1.....	104
Anexo 2. Validación del instrumento por parte del experto N° 1.....	105
Anexo 3. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 2.....	106
Anexo 4. Validación del instrumento por parte del experto N° 2.....	107
Anexo 5. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 3.....	108
Anexo 6. Validación del instrumento por parte del experto N° 3.....	109
Anexo 7 Cuestionario Tipo Likert (Variable 1)	110
Anexo 8 Encuesta semiestructurada (Variable 2).....	111
Anexo 9 Calculo de Alfa de Cronbach	112
Anexo 10. Diagrama de relación de la base de datos de la propuesta	113
Anexo 11. Manual de Usuario	114

VEREDICTOS



VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, Profa. Yackeline González, Prof. Hugo Hernández, y Profa. Yumary Valecillos, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado "SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A." que presenta el bachiller, ESCALONA GUERRA JOSÉ ALEJANDRO portador de la C.I. N.º28.206.133.; nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20) puntos**, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Mombay, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos en Carvajal a los veintitrés (23) días del mes de julio del dos mil veinticinco (2025).

Prof. Hugo Hernández
C.I. 10.910.770
JURADO

Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
TUTORA

Profa. Yackeline González
C.I. 13.260.990
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO

Profa. Walevska López
C.I. 10.104.896
VICERRECTORA ACADEMICA



+58 412 2263605



www.uvm.edu.ve



universidadvalledelmombay@uvm.edu.ve



VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, Profa. Yackeline González, Prof. Hugo Hernández, y Profa. Yumary Valecillos, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado "SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A." que presenta el bachiller, GONZALEZ LABARCA JUAN PABLO portador de la C.I. N.º 28.445.367.; nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20) puntos**, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Mombay, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos en Carvajal a los veintitrés (23) días del mes de julio del dos mil veinticinco (2025).

Prof. Hugo Hernández
C.I: 10.910.770
JURADO

Profa. Yumary Valecillos
C.I: 14.151.309
TUTORA

Profa. Yackeline González
C.I. 13.260.990
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO

Profa. Walevska López
C.I. 10.104.896
VICERRECTORA ACADÉMICA



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un sistema de monitoreo inteligente de recursos tecnológicos basado en microservicios para la empresa Holanet, C.A., con el propósito de mejorar la gestión sustentable de su infraestructura tecnológica. Bajo un enfoque mixto, se emplearon técnicas de recolección de datos cuantitativas (cuestionario tipo Likert) y cualitativas (entrevistas semiestructuradas), aplicadas al personal de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura de la organización.

Los resultados cuantitativos reflejaron altos niveles de aceptación en cuanto a los principios de la arquitectura de microservicios, mientras que los resultados cualitativos revelaron carencias en materia de sostenibilidad ambiental, formación en prácticas sustentables y control de recursos tecnológicos. A partir de estos hallazgos, se diseñó un sistema web utilizando tecnologías MERN y arquitectura de microservicios, con el fin de monitorear variables como CPU, temperatura, consumo energético, uso de memoria, entre otras, en tiempo real.

La propuesta busca optimizar la toma de decisiones, reducir el impacto ambiental y contribuir a los objetivos institucionales de desarrollo humano sustentable. Su implementación resulta factible, dada la disponibilidad de recursos técnicos y humanos dentro de la empresa. Este estudio representa un aporte innovador tanto en el campo de la ingeniería en computación como en la gestión tecnológica sustentable.

Palabras clave: microservicios, monitoreo, sostenibilidad, infraestructura tecnológica, gestión de recursos, Holanet, C.A.

ABSTRACT (RESUMEN EN INGLÉS)

The purpose of this research was to propose an intelligent monitoring system for technological resources based on microservices for Holanet, C.A., with the aim of improving the sustainable management of its technological infrastructure. Using a mixed approach, quantitative data collection techniques (Likert-type questionnaire) and qualitative data collection techniques (semi-structured interviews) were applied to staff in the organization's support, technology, and infrastructure departments.

The quantitative results reflected high levels of acceptance of the principles of microservices architecture, while the qualitative results revealed shortcomings in environmental sustainability, training in sustainable practices, and control of technological resources. Based on these findings, a web-based system was designed using MERN technologies and microservices architecture to monitor variables such as CPU, temperature, energy consumption, memory usage, among others, in real time.

The proposal seeks to optimize decision-making, reduce environmental impact, and contribute to the institutional objectives of sustainable human development. Its implementation is feasible, given the company's available technical and human resources. This study represents an innovative contribution to both the field of computer engineering and sustainable technology management.

Keywords: microservices, monitoring, sustainability, technological infrastructure, resource management, Holanet, C.A.

INTRODUCCION

En el contexto actual de transformación digital y sostenibilidad organizacional, las empresas enfrentan el reto de gestionar sus infraestructuras tecnológicas con altos niveles de eficiencia, flexibilidad y responsabilidad ambiental. Esta necesidad ha impulsado la adopción de modelos arquitectónicos modernos como la arquitectura de microservicios, que permite diseñar sistemas más escalables, modulares y fáciles de mantener. En paralelo, se hace cada vez más evidente la urgencia de implementar estrategias sustentables que contribuyan a la optimización de recursos tecnológicos, energéticos y humanos, especialmente en sectores donde la infraestructura digital es el núcleo operativo, como lo es en las empresas proveedoras de servicios de Internet.

En este escenario se inscribe la presente investigación, orientada al diseño e implementación de un Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios, aplicable a la empresa Holanet, C.A., organización venezolana dedicada a la prestación de servicios de conectividad mediante fibra óptica. La motivación de este estudio surge de la necesidad identificada en la empresa de contar con una solución tecnológica que permita monitorear de manera eficiente variables clave como el consumo energético, el uso de CPU, temperatura de equipos, memoria y estado de dispositivos como servidores, routers MikroTik, OLT y switches. La ausencia de herramientas que brinden visibilidad en tiempo real sobre estos parámetros compromete la sostenibilidad operativa, eleva los costos y retrasa la capacidad de respuesta ante fallas o sobrecargas del sistema.

El propósito principal de esta investigación es proponer un sistema escalable y adaptable, fundamentado en la arquitectura de microservicios, que responda a las necesidades de monitoreo inteligente, favorezca una gestión sustentable de los recursos tecnológicos y al mismo tiempo fortalezca los valores institucionales en torno al Desarrollo Humano Sustentable (DHS). Esta

solución busca integrarse como una plataforma web desarrollada bajo tecnologías modernas como el stack MERN (MongoDB, Express, React y Node.js), haciendo uso de WebSockets para garantizar la transmisión de datos en tiempo real, y ofreciendo interfaces intuitivas que permitan tanto al personal técnico como gerencial tomar decisiones informadas.

El aporte más relevante de esta investigación radica en su carácter integrador: combina el enfoque técnico de la ingeniería de software con los principios de sostenibilidad, generando un modelo replicable para otras organizaciones del sector tecnológico. A nivel práctico, la propuesta permitirá optimizar el uso de energía, prevenir fallos en equipos críticos, disminuir tiempos de respuesta y fortalecer la cultura organizacional en torno a la eficiencia tecnológica. A nivel teórico, contribuye al estudio de la relación entre arquitecturas basadas en microservicios y la sostenibilidad en contextos reales.

El estudio fue desarrollado bajo un enfoque mixto, con el fin de captar tanto la percepción del personal involucrado como medir cuantitativamente la aplicabilidad de los principios tecnológicos utilizados. Para ello, se aplicaron instrumentos como cuestionarios tipo Likert y entrevistas semiestructuradas, dirigidas a trabajadores de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura de Holanet, C.A.

La estructura del trabajo se encuentra estructurado en seis capítulos. El Capítulo I plantea el problema de investigación, define los objetivos generales y específicos, y expone la justificación, alcance y delimitación del estudio. El Capítulo II desarrolla los antecedentes, el marco teórico y legal, así como la operacionalización de las variables. En el Capítulo III se presenta el enfoque metodológico, el tipo y diseño de investigación, la población, muestra, técnicas e instrumentos empleados. El Capítulo IV contiene la presentación, análisis y discusión de los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos. En el Capítulo V se formulan las conclusiones

derivadas del estudio, las recomendaciones prácticas y las posibles líneas futuras de investigación. Finalmente, el Capítulo VI desarrolla la propuesta del sistema de monitoreo sustentable, incluyendo su fundamentación teórica, diseño, factibilidad, implementación y evaluación.

La visión de los autores en este trabajo es la de contribuir, desde la ingeniería en computación, con propuestas que integren el conocimiento tecnológico con la sostenibilidad, promoviendo una gestión responsable de los recursos y un uso inteligente de las capacidades digitales disponibles. Esta investigación no solo representa una solución técnica viable para una organización real, sino que aspira a convertirse en un referente de innovación sustentable dentro del sector ISP venezolano.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Contextualización del problema

El consumo energético de los centros de datos y la generación de residuos electrónicos a nivel mundial han alcanzado grandes cifras, lo que ha llevado a organismos internacionales a establecer estándares de sostenibilidad digital. Según un informe de la International Energy Agency (IEA, 2024), los data centers y redes de telecomunicaciones representan el 1% aproximadamente del consumo energético mundial, número que continúa creciendo debido al incremento en la demanda de servicios digitales. Las economías desarrolladas están a la vanguardia en la adopción de soluciones innovadoras, como arquitecturas tecnológicas modulares y sistemas de eficiencia energética, lo que demuestra que es posible que la modernización técnica junto a la sostenibilidad. A nivel internacional, el sector de las telecomunicaciones es uno de los mayores consumidores de energía.

Sin embargo, en regiones como América Latina, la transición hacia estos modelos avanza de manera desigual, lo que agrava las brechas tecnológicas y ambientales. Esta disparidad se intensifica en países con limitaciones estructurales, donde las empresas se ven obligadas a adaptar las soluciones globales a sus realidades locales, priorizando no solo la competitividad, sino también la responsabilidad ambiental.

Desde la aparición de los servicios de internet, a las empresas proveedoras se le ha convertido en una necesidad, la infraestructura tecnológica avanzada que garantice una óptima conectividad. Sin embargo, estas tecnologías vienen acompañadas de un alto consumo energético, generación de residuos y desechos electrónicos y huella de carbono significativa. En tal sentido, la prioridad de acoger hábitos sustentables en la infraestructura de las empresas proveedoras de

servicios se ha vuelto prioritaria. Según Páez (2024): “La sostenibilidad, por otro lado, implica considerar los aspectos ambientales, sociales y éticos de las operaciones de una empresa, minimizando los impactos negativos en la sociedad y el comportamiento y maximizando los beneficios a largo plazo” (p.16).

Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado por diversas empresas del sector, estas siguen utilizando sistemas monolíticos que dificultan la implementación de prácticas sustentables. La ausencia de un enfoque estructurado en uso optimizado del consumo energético y, en la gestión de residuos y desechos electrónicos exhibe una amplia búsqueda por la sostenibilidad operativa. La aplicación de una arquitectura de microservicios en la administración sustentable puede ofrecer beneficios determinantes, tales como el reducir cargas en los servidores, descentralización de servicios y la utilización de estrategias para el ahorro energético basados en análisis de datos en tiempo real.

A nivel nacional, la implementación de un sistema de gestión y monitoreo para el manejo de microservicios aún se encuentra en etapas iniciales comparado con mercados más desarrollados, pero existen compañías pioneras que han comenzado a adoptarlas para mejorar su competitividad y eficiencia operativa. Las entidades bancarias y de telecomunicaciones han sido tradicionalmente los primeros en adoptar innovaciones tecnológicas en el país, por lo que representan un buen punto de inflexión para la investigación de casos de implementación. La situación especial de Venezuela, con limitaciones en el acceso a servicios cloud internacionales debido a restricciones cambiarias y políticas, ha llevado a algunas empresas a desarrollar soluciones híbridas o implementaciones locales de arquitecturas de microservicios, adaptadas a las realidades del país.

Otro caso que se destaca es en el estado Trujillo, Lozada (2024), presenta una estrategia tecnológica empleada para la supervisión y el monitoreo de la infraestructura para la Universidad

Valle del Momboy. Este trabajo destaca la importancia de implementar un sistema de monitoreo robusto para detección temprana y tiempo real de fallas, optimización del rendimiento, el monitoreo y análisis del rendimiento de recursos empleados. Si bien el enfoque principal del estudio se centra en el monitoreo en tiempo real que posibilite la supervisión eficiente de la infraestructura y aplicaciones, los principios y metodologías presentados resultan relevantes para la presente investigación al proporcionar un marco de referencia para el diseño e implementación de un efectivo sistema de monitoreo y que pueda ser adaptable a las necesidades de una empresa ISP.

Para Holanet, C.A. en particular, se ha encontrado una oportunidad para la mejora en la gestión de su infraestructura tecnológica. Hoy en día, la empresa, no cuenta con un sistema automatizado que le permita medir, optimizar y monitorear el consumo energético de sus equipos ni un mecanismo mucho más óptimo para la gestión de residuos electrónicos. La implementación de un sistema de gestión sustentable basado en microservicios mejoraría a gran escala todos estos procesos mediante la integración de tecnologías avanzadas.

La presente investigación busca desarrollar una solución tecnológica basada en microservicios que permita la gestión sustentable de la infraestructura de Holanet, C.A. Un sistema que proporcionará herramientas para el monitoreo del consumo energético, la identificación de puntos de optimización, la automatización de estrategias de eficiencia y un mayor control en las incidencias críticas. Del mismo modo, agilizará tomar decisiones utilizando revisiones de bases de datos en tiempo real, contribuyendo así, a la sostenibilidad de la empresa y a la reducción de su impacto ambiental.

Dado lo anterior, se hace imprescindible analizar cómo la implementación de una arquitectura de microservicios puede contribuir a la integración de un sistema de gestión

sustentable en empresas ISP. En el estudio actual se verá esta problemática desde un enfoque técnico y sustentable, buscando generar un modelo replicable en otras organizaciones del sector.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios para la empresa Holanet, C.A.?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual del monitoreo en los principios de microservicios en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A.?
- ¿Cuáles son los pilares fundamentales de la sostenibilidad que pueden ser identificados y aplicados específicamente en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A., para facilitar el uso eficiente de recursos y promover una gestión sustentable?
- ¿Cómo se puede diseñar una arquitectura de microservicios que sirva como base para un sistema de gestión sustentable en la empresa Holanet, C.A.?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios para la empresa Holanet, C.A.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del monitoreo en los principios de microservicios en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A.

- Identificar los pilares fundamentales de la sostenibilidad para facilitar el uso eficiente de recursos en la gestión sustentable en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A.
- Diseñar un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios para la empresa Holanet, C.A.

1.4 Justificación del Estudio

En un mundo donde la sostenibilidad y la eficiencia tecnológica juegan un papel crucial en el desarrollo de las organizaciones, la investigación busca aportar una innovadora solución que logre permitir integrar estrategias sostenibles dentro de la infraestructura tecnológica de Holanet. La alta demanda de servicios digitales causa el incremento del consumo energético y ocasionar residuos electrónicos, resaltando la necesidad de optar por prácticas que reduzcan el impacto ambiental sin comprometer la operatividad y el rendimiento del negocio. La arquitectura de microservicios proporciona un enfoque prometedor para optimizar dichos aspectos utilizando la automatización del proceso y la modularización de sistemas.

1.4.1 Justificación teórica

Desde un punto de vista teórico, el presente estudio busca desarrollar un sistema basado en un modelo de arquitectura de microservicios que ayude a la integración para una gestión sustentable en Holanet. Brindará conocimiento sobre el diseño, beneficios e implementación de este enfoque, aportando una referencia para futuras investigaciones y desarrollos en este campo que puedan resultar útil. Como afirman Abad y Guamán (2024), los microservicios permiten mejorar la flexibilidad, escalabilidad y mantenibilidad surgiendo como soluciones arquitectónicas que permiten a las organizaciones construir y gestionar sistemas de software con mayor eficiencia y rapidez. Además, el combinar microservicios e iniciativas de sustentabilidad

es un tema que requiere aún, una mayor exploración, por lo que este estudio contribuirá a que el ámbito del medioambiente y el tecnológico sea mucho más estrecho.

En términos sociales, esta investigación responde a la necesidad urgente de adoptar prácticas más eficientes y sustentables en los departamentos de tecnología e infraestructura. Holanet, C.A., como proveedor de internet, enfrenta desafíos relacionados con el alto consumo de energía y la generación de desechos electrónicos. Implementar un sistema de gestión sustentable basado en microservicios mejorará la eficiencia energética y reducirá el impacto ambiental de la empresa, favoreciendo tanto a sus operaciones como a la comunidad en general. Además, de contribuir y aportar al desarrollo de estrategias que podrán servir de guías y de base para ser adoptadas por otras empresas.

1.4.2 Justificación Metodológica

En términos metodológicos, el estudio proporcionará un enfoque estructurado para el diseño y validación de un sistema de gestión sustentable basado en microservicios. A través del análisis y el uso de herramientas de optimización, este estudio creará un marco de referencia que podrá ser utilizado por otras empresas interesadas en la eficiencia energética y la reducción de residuos tecnológicos. Se espera que los resultados proporcionen un modelo escalable y adaptable a diferentes contextos dentro del sector ISP.

1.4.3 Justificación Práctica

En el ámbito práctico, poner en marcha este sistema en Holanet, C.A. permitirá automatizar el monitoreo del consumo energético, optimizar la gestión de recursos tecnológicos y reducir costos operativos. La empresa podrá identificar, atacar y corregir ineficiencias en tiempo real, trayendo así, un impacto positivo en su rentabilidad y en la reducción de la huella de carbono. De

igual forma, el sistema apoyará a la recopilación de datos clave para la toma de conclusiones estratégicas, garantizando la sostenibilidad a largo plazo.

Finalmente, esta investigación se alinea con los principios de innovación tecnológica y sustentabilidad, promovidos tanto a nivel académico como empresarial. La aplicación de una arquitectura de microservicios para la gestión sustentable representa un avance significativo en la optimización de procesos dentro de las telecomunicaciones y refuerza el compromiso con la responsabilidad ambiental.

1.5 Alcance y Limitaciones

1.5.1 Alcance

En este estudio, el enfoque se centrará en el diseño de un sistema de gestión sostenible basado en la arquitectura de microservicios para la empresa Holanet, C.A., con la finalidad de optimizar la administración de recursos tecnológicos y el consumo eléctrico. Pese a que su implementación inicial se centrará en Holanet, el modelo desarrollado se podrá poner en marcha en otras empresas ISP con necesidades similares.

El sistema abarcará funcionalidades como el monitoreo energético, supervisión de recursos y servicios (servidores, páginas web, y demás equipos de telecomunicaciones), optimización de infraestructura tecnológica. El desarrollo se empleará utilizando React para el frontend, NodeJS, Express para el backend y MongoDB como base de datos, garantizando una arquitectura eficiente, optimizada y escalable.

Se estima que el diseño y la ejecución del sistema proporcione mejoras significativas en la eficiencia energética, optimice la entrada de recursos y permita tratar las incidencias de una manera más rápida. Para evaluar su efectividad, se realizarán pruebas piloto dentro de Holanet, C.A., con análisis y mediciones comparativas antes y después de su implementación.

Los beneficiarios principales de este sistema serán los técnicos de infraestructura, departamento de tecnología y soporte técnico, del mismo modo, para el personal administrativo y gerencial quienes podrán tomar decisiones estratégicas basadas en los datos proporcionados en tiempo real.

1.5.2 Limitaciones

A pesar de los beneficios esperados, la investigación y el desarrollo del sistema enfrentará ciertas limitaciones que pueden influir en su alcance y aplicabilidad. En primer lugar, sería el acceso a datos de consumo energético, ya que, actualmente, Holanet no dispone de inversores que la funcionabilidad que permita el acceso específico a las mediciones del consumo energético, limitando a una supervisión precisa, por lo que es necesario obtener equipos adicionales, que, al mismo tiempo, depende de la accesibilidad a nivel de presupuesto en la empresa.

Además, el diseño cuenta con un plazo de tres meses para su desarrollo y evaluación; se realizarán pruebas completas para garantizar su funcionalidad y efectividad en un entorno real, lo que podría significar una limitante.

Si bien el sistema está diseñado para operar en toda la estructura de Holanet, a nivel de escalabilidad e implementación en otras empresas ISP requerirá ajustes según infraestructuras y necesidades particulares.

1.6 Vinculación con el Proyecto Institucional de Desarrollo Humano Sustentable

La presente investigación mantiene una estrecha relación con el Proyecto Institucional de Desarrollo Humano Sustentable promovido por la Universidad Valle del Momboy, ya que se alinea con la línea de investigación vinculada al Desarrollo Humano Integral, uno de los pilares fundamentales del quehacer académico de esta casa de estudios.

Desde esta perspectiva, el trabajo busca atender necesidades actuales del entorno organizacional y tecnológico, promoviendo el uso racional de los recursos energéticos y fomentando una cultura de sostenibilidad dentro del sector de las telecomunicaciones. La propuesta de un sistema de gestión sustentable mediante una arquitectura de microservicios contribuye a mejorar los procesos de monitoreo y eficiencia energética, atendiendo no solo a las demandas presentes de la empresa Holanet, C.A., sino también generando beneficios a largo plazo para futuras generaciones, en coherencia con los principios del desarrollo sostenible.

Esta vinculación se refuerza a través del propósito formativo de la universidad, que impulsa investigaciones con impacto social, económico y ambiental en los contextos regionales y nacionales. En ese sentido, el proyecto responde al cuestionamiento fundamental del desarrollo humano sustentable: ¿cómo vivimos hoy y qué acciones tomamos para preservar el mañana?

La incorporación de enfoques tecnológicos innovadores, como lo es la modularización de sistemas mediante microservicios, permite no solo la optimización de la infraestructura tecnológica, sino también la adopción de estrategias responsables en el manejo del consumo eléctrico y residuos electrónicos. Esto se traduce en un aporte concreto a la promoción de prácticas empresariales responsables, fortaleciendo el compromiso ambiental desde la ingeniería y la gestión organizacional.

Finalmente, esta investigación contribuye a los espacios de reflexión e intercambio promovidos por la universidad, como sus actividades aniversarias y jornadas de investigación, en los cuales se destacan iniciativas académicas y profesionales relacionadas con la sustentabilidad, la innovación tecnológica y el fortalecimiento del tejido social, pilares clave para el avance del desarrollo humano en contextos locales y globales.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Vásquez (2020) señala que el marco teórico reúne toda la información existente sobre el tema de estudio, incluyendo procedimientos, datos estadísticos y demás elementos que permiten fundamentar la investigación y ofrecer un contexto general sobre su alcance.

2.1 Antecedentes de la Investigación

El uso de la arquitectura de microservicios ha sido ampliamente estudiado en el ámbito de la gestión de infraestructuras tecnológicas debido a su capacidad para mejorar la escalabilidad, la eficiencia y el modularidad de los sistemas de información.

En primer lugar, Padilla et al. (2020), en su artículo titulado “Arquitectura basada en microservicios para aplicaciones web”, tuvieron como objetivo analizar las ventajas que ofrece la arquitectura de microservicios frente a los modelos monolíticos tradicionales, evaluando su aplicabilidad para el desarrollo de soluciones web escalables, modulares y de alto rendimiento.

La situación problemática planteada se centró en las limitaciones operativas y de mantenimiento que presentan las aplicaciones desarrolladas bajo arquitecturas monolíticas, particularmente en contextos que exigen actualizaciones frecuentes, despliegue continuo y adaptabilidad frente a entornos tecnológicos cambiantes. Según los autores, este tipo de arquitecturas tiende a generar sistemas rígidos, difíciles de escalar y mantener, lo que repercute negativamente en la eficiencia organizacional.

En cuanto a la metodología, los autores realizaron un análisis comparativo entre ambas arquitecturas (monolítica y de microservicios), sustentado en una revisión documental de casos de uso reales, así como una prueba de implementación utilizando herramientas tecnológicas como

Spring Boot y Docker, con la finalidad de observar los beneficios del desacoplamiento de servicios.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la arquitectura de microservicios proporciona mayor escalabilidad, tolerancia a fallos y flexibilidad en el despliegue de nuevos módulos, lo que permite una gestión más eficiente del ciclo de vida del software. Además, se observó una mejora significativa en los tiempos de respuesta, mantenimiento y adaptación a los cambios del entorno tecnológico.

Entre las conclusiones más relevantes, los autores destacan que este enfoque arquitectónico favorece la independencia de los equipos de desarrollo, la adopción de tecnologías diversas (programación políglota) y una mejor gestión de recursos informáticos. Asimismo, remarcan que su implementación es especialmente útil en organizaciones que buscan procesos ágiles y sostenibles a nivel tecnológico.

Este antecedente guarda una estrecha relación con el estudio en curso, ya que proporciona evidencia empírica y teórica sobre las ventajas que ofrece la arquitectura de microservicios en contextos organizacionales. Además, refuerza la pertinencia de su aplicación en entornos que buscan una transición hacia infraestructuras tecnológicas más sustentables y eficientes, tal como lo plantea la investigación desarrollada en la empresa Holanet, C.A.

En segunda instancia Torassa et al. (2024), en el artículo científico “Monolitos vs. Microservicios en Arquitectura de Software: Perspectivas para un Desarrollo Eficiente”, publicado en las Memorias de las 53 JAIIO (Jornadas Argentinas de Informática), analizaron la evolución de los sistemas distribuidos, comparando el desempeño, escalabilidad y mantenibilidad de arquitecturas monolíticas y microservicios.

El artículo empleó un enfoque cualitativo-descriptivo, con diseño documental comparativo. No se aplicaron instrumentos a población humana, sino que se basaron en pruebas controladas con software prototipado, observando métricas de tiempo de respuesta, eficiencia y desacoplamiento en varios escenarios.

Concluyen que los microservicios no solo ofrecen una mayor flexibilidad, sino que permiten una modularidad que facilita actualizaciones sin afectar el resto del sistema, además de incrementar la robustez frente a fallas. Dicho artículo proporciona fundamentos técnicos actualizados que refuerzan la elección de microservicios como la base arquitectónica del sistema propuesto, especialmente en lo relativo a escalabilidad, interoperabilidad y desarrollo distribuido.

En tercer lugar, Valdiviezo y Sacoto (2023), en el artículo científico “Sistema web para la interacción de imágenes médicas”, publicado en la revista Dominio de las Ciencias, desarrollaron una aplicación web basada en microservicios para el almacenamiento y consulta de imágenes médicas, buscando mejorar la eficiencia del acceso y procesamiento de información crítica en entornos hospitalarios.

El tipo de investigación fue proyectiva, con diseño experimental. Se utilizaron entrevistas semiestructuradas y encuestas como técnicas e instrumentos. La población consistió en personal médico del Hospital Docente de Ambato (Ecuador).

Los resultados señalaron mejoras sustanciales en la rapidez del sistema, la modularización del software y la facilidad para aplicar actualizaciones. Además, se demostró una alta aceptación por parte de los usuarios. Este antecedente es útil por su aplicación real de microservicios en el sector salud, compartiendo elementos funcionales y técnicos que pueden trasladarse al monitoreo de infraestructura tecnológica en ISP como Holanet, donde la disponibilidad continua de servicios es crítica.

Por último, Decimavilla-Alarcón y Marcillo-Franco (2025), en su artículo titulado “Arquitectura de microservicios basada en contenedores para despliegue ágil de aplicaciones IoT en la nube”, publicado en la revista *Episteme & Praxis*, exploraron la transformación de arquitecturas de microservicios basadas en contenedores para el despliegue ágil de aplicaciones IoT en entornos cloud.

El estudio utilizó un método que integró vistas a la literatura sistemática, un análisis comparativo de estrategias y una serie de casos en diversas industrias. Los resultados mostraron una reducción significativa en los costos operativos del 30% al 60% en comparación con las arquitecturas monolíticas tradicionales. Además, se identificaron mejoras sustanciales como una reducción del 40% en la latencia de comunicaciones, una mejora del 55% en la escalabilidad horizontal y una optimización del 35% en eficiencia energética.

Este estudio proporciona evidencia empírica sobre los beneficios de las arquitecturas de microservicios en entornos IoT, destacando mejoras en eficiencia y escalabilidad. Estos hallazgos son relevantes para la propuesta de un sistema de gestión sustentable en Holanet, C.A., ya que respaldan la viabilidad de adoptar arquitecturas de microservicios para optimizar recursos y mejorar el rendimiento en infraestructuras tecnológicas.

2.2 Bases teóricas

Para comprender la propuesta de un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios, es fundamental establecer las bases teóricas que sustentan esta investigación.

2.2.1 Arquitecturas de Microservicios

La arquitectura de microservicios se ha convertido en una alternativa a la arquitectura monolítica tradicional, que permite que la aplicación descomponga una serie de servicios independientes, cada uno con una determinada función. A diferencia de los sistemas monolíticos,

donde todas las funcionalidades se integran en un único paquete, los microservicios proporcionan modularidad, lo que facilita la escalabilidad, implementación y mantenimiento.

Cada microservicio opera de manera autónoma, con su propia lógica de negocio y base de datos, y se comunica con otros servicios a través de interfaces bien definidas, generalmente utilizando APIs basadas en protocolos como HTTP o SOAP. Torassa et al. (2024) mencionan que favorece la interoperabilidad y minimiza el acoplamiento excesivo entre componentes, permitiendo que los equipos de desarrollo trabajen de manera independiente sin afectar otros servicios del sistema.

Uno de los principales beneficios de esta arquitectura es su capacidad para escalar horizontalmente. En lugar de requerir la escalabilidad de toda la aplicación, como en una arquitectura monolítica, los microservicios pueden ser escalados individualmente según la demanda específica de cada servicio. Esto optimiza la gestión de recursos y mejora el rendimiento del sistema en función de las cargas de trabajo particulares de cada microservicio (Torassa et al., 2024).

Además, según Valdiviezo y Sacoto (2023), el uso de microservicios ofrece ventajas significativas, como mayor flexibilidad en el desarrollo y despliegue de funcionalidades, permitiendo actualizaciones y escalabilidad independientes. La modularidad de los microservicios facilita el mantenimiento y evolución del sistema a medida que se agregan o modifican características.

El sistema se compone de varios microservicios independientes, cada uno con una función específica y bien definida. Estos microservicios se comunican entre sí a través de interfaces bien definidas, lo que permite una mayor flexibilidad y desacoplamiento entre los componentes del sistema (Valdiviezo & Sacoto, 2023).

Asimismo, la arquitectura de microservicios permite una implementación continua y la introducción rápida de nuevas características. Los equipos pueden desarrollar y actualizar un servicio sin afectar al resto del sistema, lo que acelera el ciclo de desarrollo y permite adaptarse con mayor agilidad a cambios en los requisitos del negocio o en el entorno operativo. De igual forma, la independencia de los microservicios mejora la tolerancia a fallos, ya que un error en un servicio no compromete el funcionamiento del resto de la aplicación. Torassa et al. (2024) afirma que, los mecanismos de manejo de errores y recuperación pueden implementarse de manera específica para cada microservicio, aumentando la robustez del sistema.

2.2.1.1 Principios de Microservicios. La estructura de microservicios se basa en un grupo de principios fundamentales que aseguran su efectividad y beneficios en comparación con las arquitecturas monolíticas clásicas. Un principio clave es la capacidad de cada servicio para operar de forma autónoma e independiente. Esta cualidad permite que distintos equipos de desarrollo colaboren simultáneamente sin causar interferencias, lo que acelera notablemente los ciclos de desarrollo y simplifica la integración de nuevas actualizaciones. (Torassa et al., 2024). Otro principio vital es la especialización o el enfoque en una tarea única para cada servicio. Como señalan Valdiviezo & Sacoto (2023), cada microservicio debe ser diseñado con el propósito de llevar a cabo una sola función claramente establecida dentro del sistema. Por ejemplo, en un sitio de comercio electrónico, habría servicios separados para la gestión de usuarios, el procesamiento de pagos y la gestión de inventarios. Este método modular no solo simplifica el mantenimiento del sistema, sino que también permite desarrollar cada funcionalidad de forma independiente sin impactar en el todo.

2.2.1.1.1 Modularidad. La modularidad es uno de los principios clave de la arquitectura de microservicios. Este principio hace referencia a la capacidad de descomponer una aplicación

en componentes independientes, donde cada uno aborda una funcionalidad específica y puede desarrollarse, desplegarse y mantenerse de forma autónoma. En otras palabras, cada microservicio constituye un módulo que colabora con otros a través de interfaces bien definidas, lo que permite mayor flexibilidad, mantenibilidad y escalabilidad del sistema.

En este sentido, Bennett (2025) señala que los microservicios se construyen con base en “componentes autónomos que interactúan mediante APIs”, permitiendo a las organizaciones escalar y actualizar partes del sistema sin afectar el conjunto. Esta separación funcional es especialmente relevante en contextos tecnológicos complejos como el de Holanet, C.A., donde se requiere monitorear múltiples equipos de red (como routers MikroTik, OLTs, switches y servidores) que ejecutan tareas específicas y distribuidas geográficamente.

En la arquitectura propuesta, la modularidad se manifiesta en la implementación de servicios independientes para el monitoreo de recursos como CPU, temperatura, memoria y energía. Por ejemplo, el microservicio que recopila el uso de CPU puede ser actualizado sin que esto afecte al microservicio encargado de generar alertas o reportes, lo que permite mayor agilidad en el mantenimiento y escalabilidad del sistema.

Por otro lado, según lo planteado por Dragoni et al. (2021), la modularidad no solo permite una mejora técnica, sino también organizacional, ya que facilita la asignación de equipos de desarrollo a servicios específicos. Esto se traduce en una reducción de dependencias internas, mejoras en los ciclos de entrega continua y una mayor alineación con metodologías ágiles.

Desde la perspectiva de la investigación, este indicador fue operacionalizado a través de ítems específicos del cuestionario tipo Likert, que midieron la percepción de los empleados sobre el grado de independencia y flexibilidad de los componentes del sistema propuesto. Las respuestas obtenidas evidencian una valoración positiva hacia la posibilidad de modificar o mejorar ciertas

funciones sin afectar el resto del sistema, lo cual corrobora la pertinencia de aplicar una arquitectura basada en microservicios modulares.

Así, la modularidad no solo responde a una necesidad técnica, sino que fortalece la eficiencia operativa, fomenta la resiliencia organizacional y se alinea con prácticas contemporáneas en ingeniería de software sostenible.

2.2.1.1.2 Escalabilidad. La escalabilidad constituye un eje fundamental en el diseño de sistemas distribuidos modernos, siendo uno de los atributos más apreciados en arquitecturas basadas en microservicios. Este principio hace referencia a la capacidad de un sistema para manejar un aumento en la carga de trabajo mediante la asignación dinámica de recursos, sin comprometer su rendimiento ni estabilidad. En otras palabras, un sistema escalable puede crecer horizontal o verticalmente, adaptándose a las exigencias de operación, sin necesidad de rediseñar por completo su estructura.

Según Adzic y Chatley (2021), la escalabilidad en sistemas con microservicios se logra gracias a la independencia entre componentes, ya que “cada servicio puede desplegarse, replicarse y dimensionarse de forma autónoma en función de su demanda específica”. Este enfoque contrasta con las arquitecturas monolíticas tradicionales, donde cualquier aumento en la carga implica escalar toda la aplicación, incluso aquellas partes que no lo requieren.

La importancia de la escalabilidad es especialmente notoria en contextos como el de Holanet, C.A., una empresa ISP que gestiona una infraestructura tecnológica distribuida y creciente. En escenarios donde se incrementa el número de usuarios conectados o se integran nuevos nodos de red, el sistema debe ser capaz de responder eficientemente sin generar cuellos de botella. Por ejemplo, si el microservicio encargado del monitoreo energético comienza a recibir

más datos debido a la expansión de equipos, este puede escalarse de forma independiente para mantener la fluidez en el procesamiento.

Por su parte, Hassan et al. (2023) afirman que los microservicios son ideales para sistemas que requieren adaptabilidad y rendimiento continuo, pues al estar desacoplados, permiten aplicar políticas de escalado automático, uso de contenedores y balanceo de carga, favoreciendo así la eficiencia energética y la sostenibilidad operativa.

En la presente investigación, el nivel de escalabilidad fue evaluado mediante ítems diseñados para conocer la percepción del personal técnico sobre la capacidad del sistema para crecer o adaptarse ante futuras demandas. Los resultados reflejaron una alta expectativa positiva, especialmente en relación con la posibilidad de escalar servicios según necesidades particulares de monitoreo de CPU, energía o fallos en la red.

Además de sus beneficios operativos, la escalabilidad también se vincula con la sostenibilidad tecnológica, ya que evita el sobredimensionamiento de los recursos y contribuye a una gestión más eficiente de la infraestructura. En este sentido, aplicar una arquitectura escalable no solo mejora la resiliencia del sistema, sino que también promueve un uso racional de los recursos técnicos, humanos y económicos.

2.2.1.1.3 Resiliencia. La resiliencia en sistemas informáticos refiere a la capacidad de una arquitectura para recuperarse de fallos, adaptarse a condiciones adversas y mantener la continuidad operativa sin interrupciones graves. En el contexto de los microservicios, este principio se manifiesta como la habilidad de cada servicio para operar de manera autónoma, manejando errores localmente sin que estos comprometan el funcionamiento del sistema completo.

De acuerdo con Al-Debagy y Martinek (2021), uno de los principales beneficios de la arquitectura de microservicios es su capacidad para confinar los errores, ya que cada componente

funciona como una unidad aislada. Esto permite que, si un servicio falla, los demás continúen ejecutándose sin verse afectados directamente. Esta propiedad resulta crucial para aplicaciones críticas que deben ofrecer alta disponibilidad, como aquellas utilizadas en infraestructuras tecnológicas de empresas proveedoras de servicios de internet.

Además, la resiliencia en entornos basados en microservicios suele estar reforzada mediante patrones de diseño como circuit breakers, fallbacks y sistemas de retry. Estos mecanismos permiten prevenir efectos en cascada ante fallos, mejorar la tolerancia a errores y garantizar una respuesta controlada ante condiciones anómalas (Pahl et al., 2020). Implementar estos patrones no solo aumenta la confiabilidad, sino que también mejora la experiencia de usuario al reducir caídas inesperadas.

En el caso de Holanet, C.A., la resiliencia del sistema es esencial para asegurar la continuidad del servicio y el monitoreo efectivo de recursos tecnológicos. Dado que la empresa trabaja con dispositivos sensibles como switches, OLTs y routers de misión crítica, cualquier interrupción no detectada podría traducirse en fallas de red, pérdidas de datos o consumo excesivo de energía. Por ello, una arquitectura resiliente garantiza no solo la operatividad del sistema, sino también su sostenibilidad a largo plazo.

Los resultados de la presente investigación, en el marco del instrumento aplicado, evidenciaron una percepción favorable respecto a la capacidad del sistema para mantenerse operativo incluso frente a fallos de componentes específicos. Los participantes valoraron positivamente la idea de incorporar mecanismos de detección temprana de incidencias y recuperación automática, como parte de una gestión inteligente de recursos.

Cabe destacar que la resiliencia también tiene un impacto positivo en la gestión energética, ya que evita procesos innecesarios de reinicio global o sobrecarga del sistema ante fallos parciales.

Un diseño resiliente contribuye a la eficiencia y confiabilidad general del sistema, principios indispensables en un entorno que busca ser sustentable, flexible y adaptativo.

2.2.1.1.4 Encapsulación. La encapsulación constituye uno de los principios clave dentro del diseño orientado a servicios, especialmente en arquitecturas basadas en microservicios. Este principio hace referencia a la capacidad de un componente o servicio para mantener ocultos sus detalles internos, exponiendo únicamente las interfaces necesarias para su interacción con otros módulos del sistema. A través de la encapsulación, se logra una mayor independencia entre servicios, lo que a su vez incrementa la mantenibilidad, escalabilidad y seguridad del sistema.

De acuerdo con Salman et al. (2020), cada microservicio encapsula un conjunto específico de funcionalidades relacionadas con un dominio particular del negocio. Esta separación permite que los equipos de desarrollo trabajen de manera autónoma sobre cada servicio, reduciendo la dependencia entre módulos y facilitando la implementación de cambios sin comprometer el sistema completo. En entornos de infraestructura crítica, como en el caso de Holanet, C.A., este enfoque es especialmente valioso, ya que permite gestionar diferentes áreas como monitoreo de CPU, temperatura, energía o memoria de forma aislada y precisa.

El principio de encapsulación también aporta valor a la seguridad y estabilidad del sistema, ya que los datos y lógicas internas de cada microservicio no son accesibles externamente, evitando fugas de información o interferencias indeseadas (Kalske et al., 2022). Así, cada servicio actúa como una unidad de confianza, en donde las comunicaciones se controlan mediante APIs específicas que delimitan con claridad los puntos de acceso al sistema.

Además, la encapsulación favorece la implementación de servicios heterogéneos, escritos en distintos lenguajes de programación y desplegados en diversos entornos. Esta independencia técnica, derivada de una adecuada encapsulación, permite adaptar y evolucionar la arquitectura

con mayor agilidad, lo que representa una ventaja competitiva para empresas tecnológicas que operan en mercados dinámicos.

En el contexto de esta investigación, las respuestas del instrumento aplicado revelaron una actitud favorable hacia el uso de servicios bien delimitados y autosuficientes. Los participantes expresaron que una correcta organización y separación de responsabilidades entre componentes facilitaría la identificación de fallos, el mantenimiento del sistema y el control sobre el rendimiento de cada recurso tecnológico.

Finalmente, el principio de encapsulación también se relaciona con prácticas sostenibles en el diseño de sistemas, ya que permite reducir la duplicación de código, evitar sobrecargas innecesarias y optimizar el consumo de recursos. En suma, se trata de un elemento estructural que refuerza tanto la eficiencia técnica como la sostenibilidad operativa de la infraestructura tecnológica.

2.2.1.1.5 Programación políglota. La programación políglota se refiere a la capacidad de desarrollar distintos componentes o servicios de un sistema utilizando diversos lenguajes de programación, seleccionados según las necesidades específicas de cada módulo. Este enfoque representa una ventaja clave de la arquitectura de microservicios, ya que permite elegir el lenguaje y el entorno de ejecución más adecuado para cada caso particular, sin que ello comprometa la interoperabilidad del sistema.

Según Dragoni et al. (2021), uno de los principales beneficios de la arquitectura de microservicios es precisamente su capacidad para fomentar entornos de programación políglota, donde los desarrolladores pueden construir servicios independientes utilizando herramientas especializadas y tecnologías heterogéneas. Esta flexibilidad resulta esencial para organizaciones como Holanet, C.A., que manejan una infraestructura compleja compuesta por equipos como

routers MikroTik, OLTs, switches, y servidores, los cuales requieren distintos tipos de control y monitoreo.

Además, la programación políglota permite a los equipos de desarrollo aprovechar el conocimiento técnico existente dentro de la organización. Si bien un servicio puede implementarse en Node.js por su eficiencia en aplicaciones en tiempo real, otro puede construirse en Python por su robustez en el manejo de datos o en Go por su rendimiento en tareas de red. Tal como señala Richardson (2021), esto contribuye significativamente a la innovación tecnológica, ya que evita la rigidez técnica y promueve el uso óptimo de los recursos humanos.

Desde una perspectiva operativa, la programación políglota refuerza la resiliencia del sistema. Al evitar que todos los servicios dependan de una única tecnología o entorno de ejecución, se reduce el riesgo de fallos sistémicos y se favorece una estrategia de actualización modular. Además, esta práctica facilita la adopción progresiva de nuevas tecnologías sin necesidad de reescribir el sistema completo.

En el marco de esta investigación, los participantes expresaron su interés por utilizar distintos entornos de desarrollo para la construcción de un sistema de monitoreo integral. Esta preferencia refleja una apertura hacia esquemas de trabajo más flexibles y adaptables, en los que cada tecnología se seleccione con base en su idoneidad técnica, lo que se alinea perfectamente con el principio de la programación políglota.

Este enfoque también contribuye a la sostenibilidad de la infraestructura tecnológica, en tanto permite construir sistemas más eficientes, duraderos y escalables, que se adaptan con mayor facilidad a las necesidades cambiantes del entorno digital.

2.2.2 Sistema de gestión sustentable

El concepto de gestión sustentable en entornos tecnológicos se refiere a la integración de prácticas que permitan reducir el impacto ambiental generado por la operación de infraestructuras digitales. Estas prácticas comprenden tanto el uso eficiente de recursos energéticos como la reducción de residuos electrónicos, la implementación de tecnologías limpias y la promoción de procesos sostenibles a largo plazo.

Según la International Energy Agency (2023), los centros de datos consumen aproximadamente el 1% del total de electricidad global, y esta cifra podría duplicarse en los próximos años debido al crecimiento exponencial del uso de servicios digitales, lo que representa un reto significativo para las organizaciones que dependen intensamente de infraestructura tecnológica. Por esta razón, se hace necesario que las empresas del sector de telecomunicaciones implementen mecanismos que les permitan optimizar sus operaciones sin comprometer la eficiencia ni la calidad del servicio.

Un sistema de gestión sustentable se fundamenta en el monitoreo constante del consumo energético, la identificación de fuentes de ineficiencia, la automatización de procesos y la incorporación de energías renovables cuando sea posible. Asimismo, estos sistemas promueven decisiones basadas en datos, favoreciendo estrategias como el escalado dinámico, la reducción de la huella de carbono, y la reutilización de recursos tecnológicos que aún se encuentran operativos.

En este contexto, la aplicación de una arquitectura basada en microservicios ofrece ventajas significativas para la implementación de sistemas sustentables, ya que permite una gestión más modular, ágil y eficiente de los componentes tecnológicos. Al separar los servicios y administrar su ejecución de manera individual, se puede monitorear el comportamiento de cada uno y optimizar su uso energético, adaptándolo a las necesidades reales del sistema. Esta flexibilidad

facilita también el desarrollo de políticas internas orientadas a la sostenibilidad, alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible y los principios de la economía circular.

2.2.2.1 Sostenibilidad. Antes de abordar los pilares fundamentales que componen la sostenibilidad, es importante comprender el concepto en sí. De acuerdo con Soto (2023), “la sostenibilidad implica satisfacer las necesidades del presente sin comprometer los recursos y oportunidades de las generaciones futuras, promoviendo un equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente” (p. 12). Este enfoque integral es el fundamento para la aplicación de estrategias sostenibles en los distintos sectores productivos, incluido el tecnológico, donde es crucial reducir el impacto ambiental sin sacrificar el rendimiento o la innovación.

2.2.2.2 Pilares de la sostenibilidad. La sostenibilidad aplicada a entornos tecnológicos se apoya en tres pilares fundamentales: el ambiental, el social y el económico. Estos ejes forman un enfoque integral que permite desarrollar soluciones tecnológicas responsables con el entorno, las personas y los recursos disponibles.

2.2.2.2.1 Pilar ambiental. La sostenibilidad ambiental en el contexto de las infraestructuras tecnológicas implica la implementación de prácticas que reduzcan el impacto ecológico de las operaciones digitales, el consumo energético y la generación de desechos tecnológicos. Este pilar cobra especial relevancia en organizaciones proveedoras de servicios de internet como Holanet, C.A., donde el funcionamiento continuo de equipos como servidores, routers, switches y OLTs supone una demanda energética considerable.

De acuerdo con Ceglia et al. (2022), una infraestructura tecnológica sostenible debe integrar estrategias de eficiencia energética, como el monitoreo continuo del consumo eléctrico, la identificación de equipos sobredimensionados o defectuosos, y la automatización de procesos de

apagado y suspensión de recursos inactivos. Estas prácticas, además de reducir el consumo de energía, contribuyen a alargar la vida útil de los dispositivos y disminuir el volumen de residuos electrónicos.

En este sentido, la implementación de sistemas de monitoreo inteligentes que alerten sobre comportamientos anómalos en el uso de energía es una estrategia clave para lograr una infraestructura más sustentable. Esta capacidad de detección temprana permite tomar decisiones informadas en tiempo real y establecer planes de acción preventivos, lo cual ha sido validado por estudios como el de Hounbo et al. (2021), quienes destacan el valor de la supervisión energética para mitigar el deterioro ambiental asociado a los centros de datos y redes de telecomunicaciones.

Otro aspecto fundamental del pilar ambiental es la gestión responsable de los desechos tecnológicos. En muchas organizaciones, los equipos obsoletos son almacenados de forma indefinida, lo que representa un riesgo tanto ambiental como operacional. La adopción de políticas de reciclaje, reutilización o donación responsable, así como la clasificación adecuada de residuos electrónicos, es indispensable para minimizar el impacto ecológico del ciclo de vida de los equipos.

Durante la recolección de datos cualitativos en esta investigación, varios participantes manifestaron que no existen procedimientos definidos en Holanet para la disposición final de componentes tecnológicos en desuso, ni para la medición del consumo energético. Esta carencia representa una oportunidad de mejora crítica, que puede ser atendida mediante una solución tecnológica basada en microservicios, enfocada tanto en el monitoreo como en la gestión sostenible de recursos.

La dimensión ambiental de la sostenibilidad, por tanto, no se limita a una responsabilidad ética, sino que representa una condición necesaria para garantizar la operatividad a largo plazo de las infraestructuras digitales. Iniciativas como la que se propone en este estudio permiten integrar

la eficiencia operativa con un compromiso activo hacia la protección del medio ambiente, lo cual resulta coherente con los principios del Desarrollo Humano Sustentable.

2.2.2.2.2 Pilar Social. El pilar social de la sostenibilidad se enfoca en garantizar condiciones laborales dignas, promover el bienestar del personal, fomentar la equidad y facilitar la participación activa de los trabajadores en los procesos de mejora dentro de las organizaciones. En el ámbito de las infraestructuras tecnológicas, este enfoque cobra especial importancia, dado que el capital humano es el principal responsable de la operatividad y mantenimiento de sistemas críticos para el funcionamiento institucional.

Según Baldassarre et al. (2020), el pilar social dentro de la sostenibilidad tecnológica debe valorar la formación continua del personal, el desarrollo de competencias digitales, la inclusión en la toma de decisiones y la creación de entornos colaborativos, especialmente en contextos donde las tecnologías evolucionan rápidamente. Un equipo técnico bien preparado no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también actúa como agente multiplicador de buenas prácticas sustentables.

En este sentido, la presente investigación evidenció que en Holanet, C.A., los trabajadores de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura mantienen un ambiente de trabajo armónico y colaborativo, aunque no cuentan con espacios formales de capacitación sobre sostenibilidad tecnológica. Esta situación, aunque no crítica, representa una limitación para el desarrollo integral del recurso humano, sobre todo considerando que la implementación de un sistema de monitoreo sustentable exige la apropiación de nuevas herramientas y metodologías.

La formación y sensibilización en materia de sostenibilidad también genera un impacto positivo en la cultura organizacional. De acuerdo con Makker et al. (2022), las empresas que incluyen en su estrategia formativa aspectos ambientales, sociales y éticos logran fortalecer la

identidad colectiva del equipo, mejorar la percepción de sentido en el trabajo y fomentar una mayor motivación hacia el cumplimiento de los objetivos institucionales.

Asimismo, el diseño de soluciones tecnológicas debe contemplar criterios de accesibilidad, usabilidad y participación. En el caso de esta investigación, la propuesta del sistema de monitoreo sustentable incorpora una interfaz sencilla, adaptable a distintos perfiles de usuario, permitiendo que tanto el personal técnico como los niveles gerenciales puedan visualizar el estado de los recursos tecnológicos y tomar decisiones informadas. Este enfoque inclusivo fortalece el compromiso organizacional con el bienestar del trabajador y contribuye a una cultura de corresponsabilidad.

Por lo tanto, el pilar social no puede ser entendido únicamente como una dimensión complementaria, sino como un eje transversal que condiciona el éxito o fracaso de cualquier iniciativa sustentable. El diseño de estrategias que fortalezcan las capacidades del personal y garanticen condiciones justas de participación y formación resulta indispensable para consolidar la sostenibilidad de las infraestructuras tecnológicas.

2.2.2.2.3 Pilar económico. El pilar económico de la sostenibilidad se refiere a la capacidad de las organizaciones para mantener y mejorar sus actividades productivas sin comprometer los recursos financieros disponibles ni afectar su estabilidad a largo plazo. En el contexto de las infraestructuras tecnológicas, este principio implica optimizar el uso de recursos tecnológicos, minimizar costos operativos innecesarios y garantizar inversiones inteligentes que generen valor agregado.

De acuerdo con Garcés-Ayerbe et al. (2021), la sostenibilidad económica en organizaciones tecnológicas se basa en tres elementos esenciales: la eficiencia energética, la gestión racional de los activos tecnológicos y la innovación aplicada a la reducción de costos

operativos. La integración de soluciones tecnológicas que permitan el monitoreo en tiempo real de variables críticas —como el consumo energético o el rendimiento de equipos— es una de las estrategias más efectivas para alcanzar dichos objetivos.

En la empresa Holanet, C.A., los hallazgos del presente estudio revelaron que, aunque existe conciencia sobre el impacto financiero del consumo tecnológico, aún no se dispone de mecanismos sistemáticos para identificar excesos o ineficiencias. La ausencia de indicadores precisos sobre el estado de servidores, OLTs, Mikrotik o switches, representa una limitación para la toma de decisiones económicas informadas. Un trabajador manifestó en la fase cualitativa: “Sabemos que hay momentos en los que el gasto se dispara, pero no tenemos cómo saber qué equipo es el que está consumiendo más o si hay alguna falla energética”.

Por ello, la propuesta de un sistema inteligente de monitoreo no solo responde a una necesidad técnica, sino también a una estrategia de optimización económica. Según Stindt y Sahamie (2022), las inversiones en tecnologías de información orientadas al monitoreo y diagnóstico predictivo permiten reducir hasta en un 30 % los gastos asociados a interrupciones no planificadas, consumo excesivo de energía o deterioro prematuro de equipos.

Además, adoptar un enfoque de sostenibilidad económica implica valorar el retorno a largo plazo de las inversiones tecnológicas. Esto no se limita únicamente al ahorro directo, sino también a la reducción del riesgo operacional y al fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante contingencias. Una gestión eficiente de los recursos tecnológicos permite liberar presupuesto para otras áreas estratégicas de la empresa, promoviendo así la autosuficiencia financiera.

La sostenibilidad económica también se refleja en la escalabilidad de las soluciones implementadas. En este estudio, la elección de una arquitectura basada en microservicios y tecnologías MERN, permite ampliar el sistema a medida que crecen las operaciones de la empresa,

sin incurrir en reestructuraciones costosas. Como indican Vătămănescu et al. (2020), uno de los factores claves para la sostenibilidad financiera de las organizaciones digitales es la capacidad de sus sistemas para adaptarse al cambio sin comprometer la inversión inicial.

En síntesis, el pilar económico no solo garantiza la supervivencia financiera de la empresa, sino que constituye un catalizador para la adopción de tecnologías emergentes y modelos de gestión eficientes. Su integración con los pilares social y ambiental permite avanzar hacia una sostenibilidad integral, donde la rentabilidad y el compromiso con el entorno convivan armónicamente.

Tabla 1.

Matriz de Variables: Arquitectura de Microservicios y Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas

Objetivo General: Proponer un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de micro servicios para la empresa Holanet, C.A.						
Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Items	
Diagnosticar la situación actual del monitoreo en los principios de microservicios en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A.	Arquitectura de Microservicios	Principios de Microservicios	Modularidad. Escalabilidad. Resiliencia. Encapsulación. Programación políglota.	Técnica: Encuesta. Instrumento: Cuestionario tipo Likert.	1, 2 3, 4 5, 6 7, 8 9, 10	
Identificar los pilares fundamentales de la sostenibilidad para facilitar el uso eficiente de recursos en la gestión sustentable en el departamento de tecnología de la empresa Holanet, C.A.	Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas	Pilares fundamentales de la sostenibilidad	Ambiental, Social y económico	Técnica: Entrevista semiestructurada. Instrumento: Guía de entrevista.	11, 12 13, 14 15, 16	

Diseñar un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios para la empresa Holanet, C.A.

Fuente: Elaboración propia (2025).

2.3 Bases Legales

La gestión de residuos electrónicos y el desarrollo sustentable en el sector de telecomunicaciones deben regirse por un marco normativo que garantice la protección del medio ambiente y el cumplimiento de buenas prácticas empresariales. En Venezuela, varias disposiciones legales establecen los lineamientos para un manejo adecuado de estos residuos, incluyendo la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV), leyes ambientales y estándares internacionales como las normas ISO.:

2.3.1 Ley de los Derechos Ambientales de la C RBV:

En el capítulo IX de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) se encuentran los siguientes artículos que mencionan los Derechos Ambientales:

- Artículo 127: Declara el derecho y deber de cada generación de proteger y mantener el ambiente en beneficio propio y del mundo futuro. Asimismo, establece la obligación del Estado de garantizar un ambiente libre de contaminación, protegiendo los recursos naturales y promoviendo la sostenibilidad.
- Artículo 128: Establece que el Estado debe desarrollar políticas de ordenación del territorio basadas en criterios de desarrollo sustentable, integrando factores ecológicos, geográficos, sociales y económicos. Esto implica la necesidad de estrategias adecuadas para la gestión de residuos tecnológicos en el sector de telecomunicaciones.
- Artículo 129: Obliga a la realización de estudios de impacto ambiental y sociocultural para actividades que puedan afectar los ecosistemas. También prohíbe la entrada al país

de desechos tóxicos y peligrosos y establece la regulación del manejo de sustancias contaminantes, lo que es especialmente relevante para la gestión de residuos electrónicos en las ISP.

2.3.2 Leyes del Ambiente

En la Ley Orgánica del Ambiente (2006), mencionan que las empresas deben minimizar el impacto ambiental de sus operaciones:

- Artículo 2: Establece la obligación de prevenir, regular y controlar actividades capaces de degradar el ambiente, así como reducir o eliminar fuentes de contaminación que puedan perjudicar a los seres vivos. También promueve la adopción de tecnologías limpias y la reutilización de residuos provenientes de procesos productivos.
- Artículo 83: Permite actividades con impacto ambiental solo si cumplen con planes de ordenación territorial, generan beneficios socioeconómicos y respetan garantías y normas ambientales.

Por otra parte, en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) (2005), se menciona en el artículo 35 que las empresas deben garantizar condiciones adecuadas en el medio ambiente laboral, lo que incluye prevenir riesgos ambientales asociados a sus operaciones.

2.3.3 Norma ISO 14001:2015

Aunque no es una legislación nacional, la ISO 14001 establece estándares internacionales para la gestión ambiental, promoviendo el cumplimiento de regulaciones ambientales. Su implementación permite a las empresas minimizar su huella ecológica mediante procesos eficientes y sostenibles.

2.4 Sistema de Variables

Según Arias (2012), una variable es una característica, cualidad o magnitud que puede sufrir cambios y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación.

Para esta investigación, se han identificado dos variables principales:

- Variable Independiente: Arquitectura de Microservicios
- Variable Dependiente: Sistema de gestión sustentable

2.4.1 Operacionalización de las Variables

La siguiente tabla describe la operacionalización de las variables de estudio, considerando sus dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En concordancia con el enfoque mixto de esta investigación, se emplea tanto la operacionalización de variables (para la dimensión cuantitativa) como el establecimiento de categorías (para la dimensión cualitativa), con el propósito de estudiar de manera integral el fenómeno relacionado con la arquitectura de microservicios y la sostenibilidad tecnológica en Holanet, C.A.

Variable 1: Arquitectura de Microservicios. Tipo: Cuantitativa.

Según Newman (2022), la arquitectura de microservicios es un estilo de diseño de software en el que una aplicación se compone de pequeños servicios independientes, que se comunican entre sí mediante protocolos ligeros, y que pueden ser desplegados y escalados de forma autónoma.

Para efectos de esta investigación, esta variable se evalúa mediante un cuestionario tipo Likert aplicado al personal técnico y de infraestructura de Holanet, C.A., considerando los siguientes indicadores: escalabilidad, resiliencia, encapsulación y programación políglota.

Variable 2: Sostenibilidad Tecnológica. Tipo: Cualitativa.

Según Aithal y Aithal (2021), la sostenibilidad tecnológica implica desarrollar e implementar sistemas que optimicen recursos, reduzcan impactos ambientales, fomenten la inclusión social y aseguren la viabilidad económica de largo plazo en entornos organizacionales.

Dado su carácter cualitativo, esta variable se estructura en tres categorías: ambiental, social y económica. Su análisis se realiza a partir de entrevistas semiestructuradas a miembros del equipo de soporte, tecnología e infraestructura de la empresa.

2.5 Definición de términos básicos

En esta sección se definen los conceptos fundamentales que sustentan la investigación y que permiten comprender la relación entre la arquitectura de microservicios, la sostenibilidad en infraestructuras tecnológicas y la gestión de residuos electrónicos en ISP.

2.5.1 Microservicios

La arquitectura de microservicios es un enfoque de desarrollo de software en el que una aplicación se estructura como un conjunto de servicios independientes, cada uno con su propia lógica de negocio y base de datos, que se comunican entre sí mediante APIs. Según Abad y Guamán (2015), esta arquitectura permite mejorar la escalabilidad y la agilidad en el despliegue de nuevas funcionalidades.

2.5.2 Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas

La sostenibilidad tecnológica hace referencia al diseño, implementación y mantenimiento de infraestructuras digitales con un enfoque en la reducción del impacto ambiental. Según la International Energy Agency (2023), esto implica el uso eficiente de recursos energéticos, la optimización de cargas de trabajo y la integración de energías renovables en centros de datos.

2.5.3 Internet Service Provider (ISP)

Un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) es una empresa que ofrece acceso a internet y servicios de conectividad a individuos y organizaciones. Estas empresas requieren infraestructuras tecnológicas avanzadas, incluyendo servidores, equipos de red y centros de datos, que generan un alto consumo energético y residuos electrónicos (ITU, 2024).

2.5.4 Gestión de Residuos Electrónicos

La gestión de residuos electrónicos (e-waste management) comprende el conjunto de estrategias y procesos orientados a la recolección, reciclaje y disposición final adecuada de dispositivos electrónicos en desuso. De acuerdo con el Global E-waste Monitor (ITU, 2024), la creciente obsolescencia tecnológica ha incrementado la generación de residuos electrónicos a nivel global, lo que exige mecanismos de reciclaje y reutilización dentro de las empresas de telecomunicaciones.

2.5.5 Desacoplamiento de Software

El desacoplamiento en el desarrollo de software se refiere a la separación de componentes dentro de un sistema, de manera que puedan operar de forma independiente sin afectar la funcionalidad de los demás. En la arquitectura de microservicios, el desacoplamiento permite que cada servicio pueda actualizarse, escalarse o reemplazarse sin necesidad de modificar toda la aplicación (Torassa et al., 2024).

2.5.6 Escalabilidad Horizontal

La escalabilidad horizontal es la capacidad de un sistema para aumentar su rendimiento mediante la adición de más unidades de procesamiento en lugar de mejorar un solo servidor (escalabilidad vertical). En el contexto de los microservicios, cada componente puede escalarse de manera independiente, lo que permite optimizar el uso de recursos según la demanda (Valdiviezo & Sacoto, 2023).

2.5.7 API (Application Programming Interface)

Una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) es un conjunto de definiciones y protocolos que permite la comunicación entre diferentes sistemas de software. En una arquitectura de microservicios, las API facilitan la interoperabilidad entre los distintos servicios, permitiendo el intercambio de datos y la integración de funcionalidades de manera eficiente.

2.5.8 Desarrollo Sustentable

El desarrollo sustentable es un modelo de crecimiento que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. En el contexto de las infraestructuras tecnológicas, esto implica minimizar el impacto ambiental de las operaciones mediante la eficiencia energética, el reciclaje de equipos y la reducción de emisiones de carbono (ONU, 2024).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Vásquez (2020), el marco metodológico es el apartado en el que se delimita el tipo de metodología o técnicas que se seguirán durante el desarrollo de la investigación. En este capítulo se presentan los métodos y procedimientos utilizados en el desarrollo de la investigación, los cuales se orientan hacia la solución del problema identificado. Se describen el tipo y diseño de la investigación, el enfoque metodológico, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos, así como el análisis, la validez y la ética del proceso.

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

La presente investigación se enmarca dentro del tipo proyectiva, ya que está orientada a la formulación de una propuesta tecnológica que responde a una necesidad concreta en la empresa Holanet, C.A. En este caso, se propone el diseño de un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios, con el fin de optimizar el consumo energético, automatizar el monitoreo y mejorar la sostenibilidad operativa. Según Torres y Delgado (2021), la investigación proyectiva consiste en el desarrollo de soluciones viables a partir del análisis de una situación determinada, con énfasis en la construcción de propuestas que aún no han sido ejecutadas, pero que están fundamentadas técnica y metodológicamente.

En cuanto al diseño, corresponde a una investigación de campo con diseño no experimental, ya que el investigador recopila la información directamente del contexto real sin manipular las variables. Tal como indican Mendoza y Márquez (2022), el diseño no experimental se caracteriza por la observación de fenómenos tal y como se presentan en su entorno natural, sin introducir tratamientos ni condiciones controladas, permitiendo describir y analizar las relaciones entre variables sin alterar el curso natural de los eventos.

El nivel de esta investigación es proyectiva con nivel descriptivo, dado que busca desarrollar e implementar una solución tecnológica para un problema específico dentro de una organización real. La fase descriptiva permitirá caracterizar el estado actual de la infraestructura tecnológica de Holanet, C.A., mientras que la fase aplicada permitirá probar en la práctica el sistema desarrollado, observando sus efectos y valorando su impacto.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2021), el nivel descriptivo “busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. En este caso, los datos recolectados permitirán elaborar un sistema de gestión sustentable basado en una arquitectura de microservicios, adaptado a las condiciones observadas.

La investigación se desarrollará bajo un enfoque mixto. Este tipo de enfoque, tal como lo definen Belloso y Lizardo (2023), explican que la investigación mixta implica la combinación lógica y coherente de los enfoques cuantitativo y cualitativo dentro de una sola investigación, lo que conlleva la recolección, interpretación y análisis de datos de ambas tipologías en una relación complementaria.

Desde lo cuantitativo, se aplicarán cuestionarios estructurados para evaluar las percepciones del personal sobre aspectos como eficiencia energética, automatización, estado de equipos tecnológicos y procesos de monitoreo. Desde lo cualitativo, se realizarán entrevistas semiestructuradas que permitan explorar las experiencias, opiniones y expectativas del personal técnico y gerencial respecto a la implementación de sistemas sustentables basados en microservicios.

La triangulación metodológica permitirá validar los resultados al cruzar diferentes fuentes y técnicas, mejorando la validez interna del estudio.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Condori-Ojeda (2020) define la población como “elementos accesibles o unidad de análisis que perteneces al ámbito especial donde se desarrolla el estudio” (p. 3). En esta investigación, la población está conformada por ocho (8) trabajadores de la empresa Holanet, C.A., distribuidos entre los departamentos de soporte técnico, tecnología e infraestructura, ubicados en las sedes de Valera y Pampán. Estas personas desempeñan funciones clave en el manejo, monitoreo y mantenimiento de los sistemas tecnológicos de la organización, por lo que su participación resulta fundamental para el desarrollo del estudio.

3.2.2 Muestra

Dado que la población total está compuesta por ocho (8) personas, se empleará un muestreo censal, lo que implica incluir a todos los miembros de la población en el estudio. Este enfoque es apropiado cuando el tamaño de la población es reducido y accesible, permitiendo obtener datos de todas las unidades sin afectar la validez de los resultados. Según Ramírez (2020), "la muestra censal se utiliza cuando la población es pequeña y se puede estudiar en su totalidad, garantizando así una representación completa del universo de estudio" (p. 45).

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de información, se emplearán técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, adecuadas al enfoque mixto de esta investigación. Según Moreno y Rivera (2021), las técnicas son procedimientos que permiten al investigador captar información desde una realidad empírica, mientras que los instrumentos son herramientas diseñadas para aplicar dichas técnicas de manera sistemática y estructurada.

Según Delgado y Soto (2023), definen la encuesta como una técnica cuantitativa orientada a recolectar datos estructurados de una población específica mediante un conjunto de preguntas previamente diseñadas.

Según Vargas (2022), las entrevistas semiestructuradas son técnicas cualitativas que permite profundizar en la percepción y experiencia de los participantes a través de preguntas abiertas organizadas por temas, con espacio para explorar respuestas espontáneas.

Por otra parte, Cedeño y Martínez (2021) consideran a la observación directa como una técnica de carácter mixto, que permite registrar hechos, conductas y condiciones del entorno investigado, sin intervenir en él.

De acuerdo con Ortega y Torres (2021), la revisión documental consiste en el análisis de registros, informes y documentos institucionales relevantes para la investigación.

En correspondencia con estas técnicas, se emplearán los siguientes instrumentos:

3.3.1 Cuestionario estructurado tipo Likert

Diseñado con cinco opciones de respuesta (Siempre, Casi siempre, Algunas veces, Casi nunca, Nunca), será utilizado para recolectar datos cuantitativos respecto a la Variable 1: Arquitectura de Microservicios, específicamente los principios de modularidad, escalabilidad, encapsulación, desacoplamiento e independencia funcional.

3.3.2 Guía de entrevista semiestructurada

Permitirá obtener información cualitativa sobre los pilares de la sostenibilidad en la empresa, asociados a la Variable 2: Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas. Estará dirigida al personal de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura.

Para el primer objetivo específico (Diagnosticar la situación actual del monitoreo en los principios de microservicios), se empleará la técnica de encuesta y como instrumento, el cuestionario tipo Likert.

Para el segundo objetivo específico (Identificar los pilares fundamentales de la sostenibilidad), se utilizará la técnica de entrevista semiestructurada, y como instrumento, una guía de entrevista.

Adicionalmente, se realizará una fase de prueba de campo donde se evaluará el desempeño del sistema propuesto dentro del entorno real de la empresa. Para ello se utilizarán bitácoras de observación, métricas de rendimiento y reportes generados automáticamente por el sistema implementado, lo que permitirá validar su funcionamiento y analizar su impacto operativo.

3.4 Validez y Confiabilidad

En toda investigación, la validez y la confiabilidad de los instrumentos utilizados representan aspectos fundamentales para garantizar la calidad de los resultados obtenidos.

3.4.1 Validez

La validez se refiere al grado en que un instrumento mide con precisión las variables planteadas en la investigación. En este estudio, se empleará la técnica de juicio de expertos para validar los instrumentos de recolección de datos: el cuestionario tipo Likert (para la variable arquitectura de microservicios) y la guía de entrevista semiestructurada (para la variable sostenibilidad en infraestructuras tecnológicas).

La validación será realizada por tres profesores especialistas en metodología de la investigación y en el área temática, quienes evaluarán la correspondencia de los ítems con los objetivos e indicadores, así como la redacción, claridad y coherencia de los instrumentos. Esta

revisión permitirá realizar los ajustes necesarios antes de su aplicación definitiva, garantizando así su validez de contenido.

3.4.2 Confiabilidad

La confiabilidad hace referencia a la estabilidad y consistencia de los resultados obtenidos por un instrumento. En esta investigación, se calculará la confiabilidad del cuestionario tipo Likert mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual se aplicó una prueba piloto del cuestionario a la misma población bajo estudio y se procedió al cálculo, el mismo permitió medir la consistencia interna del instrumento. Este coeficiente alcanzó un valor de 0.721, (Anexo 9) lo que, según los criterios establecidos por Pérez-León (2022), se interpreta como un nivel de confiabilidad aceptable, ya que supera el umbral mínimo de 0.70 necesario para considerar que los ítems están relacionados de manera coherente y estable. La fórmula utilizada del Alfa de Cronbach es la siguiente:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Donde:

- α es el Coeficiente de confiabilidad (Alfa de Cronbach).
- k es el Número total de ítems.
- σ_i^2 es la Varianza de cada ítem.
- σ_t^2 es la Varianza total del instrumento.

3.5 Procedimiento Metodológico

El desarrollo de la investigación seguirá las siguientes fases:

- Revisión documental de investigaciones previas, teorías, leyes y normativas relacionadas con sostenibilidad y micros servicios.

- Diagnóstico inicial del estado actual de la infraestructura tecnológica y energética en Holanet, C.A.
- Diseño de instrumentos (cuestionario, entrevista, lista de verificación).
- Aplicación de los instrumentos de recolección a la muestra seleccionada.
- Estudio de los datos obtenidos con métodos cuantitativos y cualitativos.
- Diseño del sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de microservicios.
- Implementación piloto del sistema en el entorno real de Holanet, C.A., con pruebas de monitoreo energético, evaluación del sistema, y recolección de datos sobre su rendimiento.
- Análisis de resultados funcionales, incluyendo tiempos de respuesta, capacidad de monitoreo, alertas generadas y mejora percibida.
- Redacción del informe final con recomendaciones de mejora, sostenibilidad del sistema y posibilidades de escalabilidad.

3.6 Técnicas y Métodos de Análisis de Datos

3.6.1 Análisis Cuantitativo

Para el procesamiento de los datos cuantitativos obtenidos a través del cuestionario tipo Likert, se utilizará la estadística descriptiva, que permite sintetizar la información mediante el cálculo de frecuencias absolutas y relativas, porcentajes, medias y desviaciones estándar, lo cual facilitará la interpretación de los resultados en función de los indicadores de la variable arquitectura de microservicios.

El tratamiento estadístico será realizado con el apoyo del software Microsoft Excel y eventualmente SPSS, lo que permitirá la organización, codificación y tabulación eficiente de los datos, así como la elaboración de gráficos que ilustren los hallazgos de forma clara y comprensible.

3.6.2 Análisis Cualitativos

Los datos cualitativos de las entrevistas se analizarán mediante la técnica de análisis de contenido, que permitirá agrupar respuestas en categorías temáticas relacionadas con eficiencia, sostenibilidad, percepción tecnológica y automatización.

Adicionalmente, se analizarán datos operativos generados por el sistema, tales como tiempos de respuesta, frecuencia de alertas, consumo de recursos del servidor y mejoras observadas en la gestión de los equipos monitoreados. Estos datos permitirán evaluar la eficiencia técnica y operativa de la solución implementada.

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos definidos en el capítulo anterior. La estructura del análisis responde al enfoque mixto de la investigación, por lo que se distingue entre los datos cuantitativos obtenidos mediante cuestionario tipo Likert, y los datos cualitativos extraídos a partir de entrevistas semiestructuradas. A su vez, se incluyen interpretaciones críticas, discusiones comparativas y una vinculación con los objetivos institucionales del Desarrollo Humano Sustentable.

4.1 Presentación y Análisis de resultados

El presente capítulo tiene como propósito presentar y analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos diseñados en la fase metodológica. Para ello, se estructuran los hallazgos en correspondencia con los objetivos específicos planteados, así como las variables, dimensiones e indicadores definidos en el sistema de variables.

Dado que la investigación se sustentó en un enfoque mixto, los resultados son expuestos desde dos vertientes complementarias: cuantitativa (cuestionario tipo Likert aplicado a 8 participantes de los departamentos de soporte técnico, tecnología e infraestructura de Holanet, C.A.) y cualitativa (encuesta semiestructurada al personal técnico-administrativo).

La presentación de resultados se organiza según los objetivos específicos del estudio, y se apoya en tablas estadísticas y análisis interpretativos, resaltando patrones, coincidencias o diferencias relevantes respecto al marco teórico y los antecedentes revisados.

El cuestionario fue aplicado a una muestra censal compuesta por ocho (8) trabajadores pertenecientes a los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura de Holanet, C.A., con el objetivo de diagnosticar la situación actual en relación con los principios de la arquitectura de

microservicios. La escala utilizada fue tipo Likert, con cinco niveles de respuesta: Siempre (5), Casi siempre (4), Algunas veces (3), Casi nunca (2) y Nunca (1). Los resultados fueron analizados a partir del cálculo de frecuencias absolutas, relativas y promedios por ítem, agrupados en función de cada uno de los indicadores.

4.1.1 Presentación de resultados Cuantitativos

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a cada principio de microservicios evaluado:

Para el indicador de Modularidad se obtuvo lo siguiente:

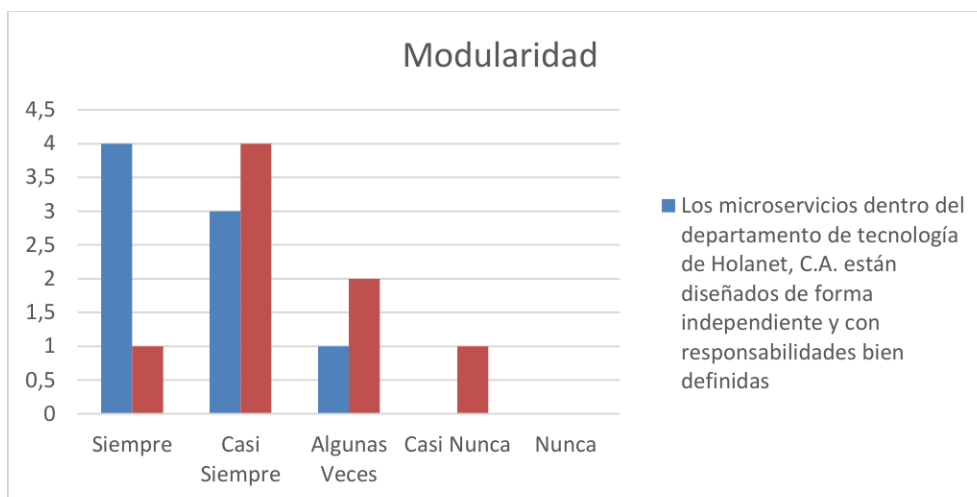
Tabla 2. *Principio de Modularidad.*

Alternativas	Ítem 1		Ítem 2	
	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Siempre	4	50%	1	12,5%
Casi Siempre	3	37,5%	4	50%
Algunas Veces	1	12,5%	2	25%
Casi Nunca	0	0%	1	12,5%
Nunca	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%

Nota: Frecuencia absoluta y valores de porcentaje para cada uno de los ítems del indicador

Modularidad. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1. *Indicador Modularidad.*



Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de Escalabilidad se obtuvo lo siguiente:

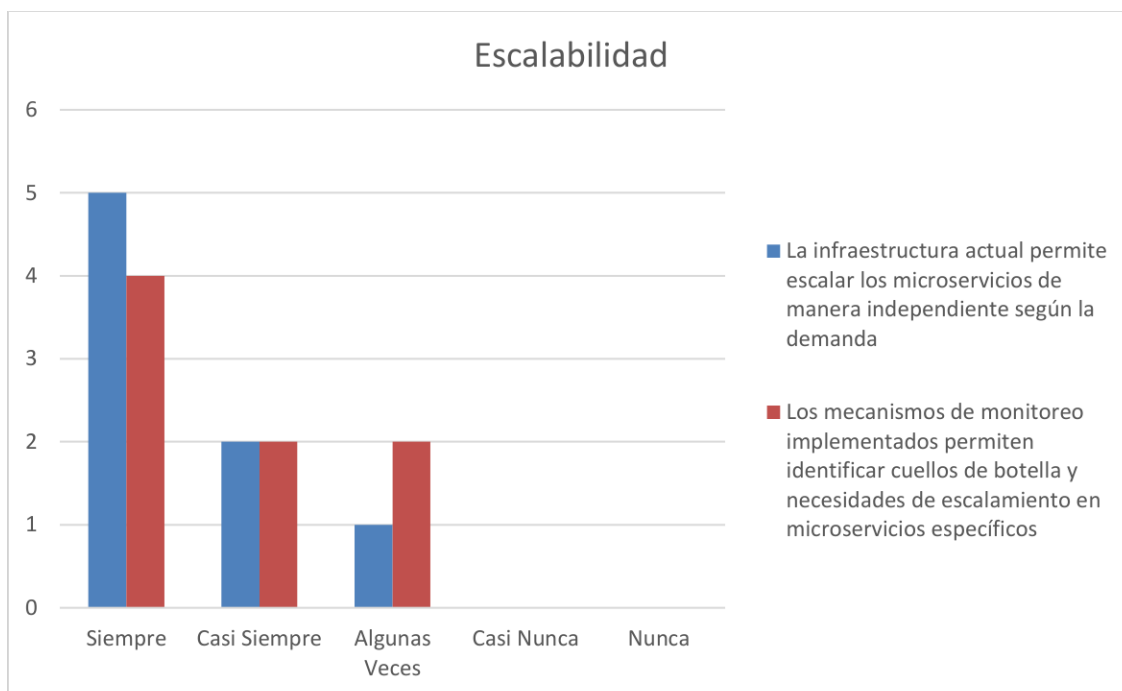
Tabla 3. Principio de Escalabilidad

Alternativas	Ítem 3		Ítem 4	
	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Siempre	5	62,5%	4	50%
Casi Siempre	2	25%	2	25%
Algunas Veces	1	12,5%	2	25%
Casi Nunca	0	0%	0	0%
Nunca	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%

Nota: Frecuencia absoluta y valores de porcentaje para cada uno de los ítems del indicador

Escalabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Indicador Escalabilidad.



Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de Resiliencia se obtuvo lo siguiente:

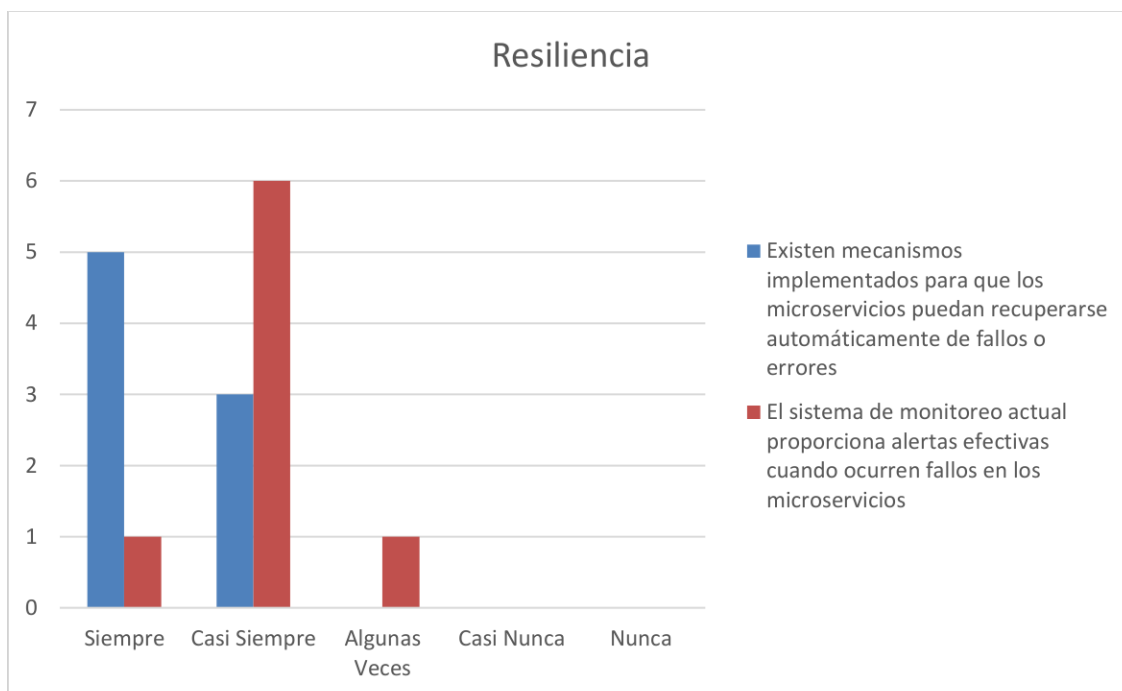
Tabla 4. Principio de Resiliencia.

Alternativas	Ítem 5		Ítem 6	
	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Siempre	5	62,5%	1	12,5%
Casi Siempre	3	37,5%	6	75%
Algunas Veces	0	0%	1	12,5%
Casi Nunca	0	0%	0	0%
Nunca	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%

Nota: Frecuencia absoluta y valores de porcentaje para cada uno de los ítems del indicador

Resiliencia. Fuente: Elaboración Propia

Figura 3. Indicador Resiliencia.



Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de Encapsulación se obtuvo lo siguiente:

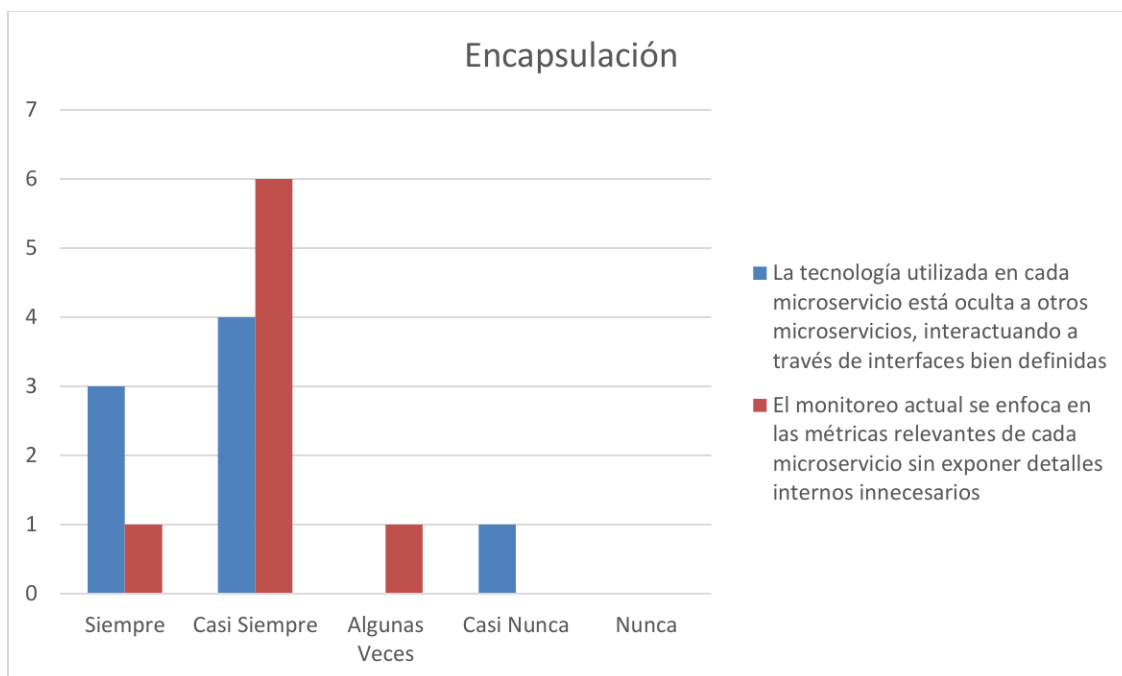
Tabla 5. Principio de Encapsulación.

Alternativas	Ítem 7		Ítem 8	
	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Siempre	3	50%	1	12,5%
Casi Siempre	4	37,5%	6	75%
Algunas Veces	0	0%	1	12,5%
Casi Nunca	1	12,5%	0	0%
Nunca	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%

Nota: Frecuencia absoluta y valores de porcentaje para cada uno de los ítems del indicador

Encapsulación. Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. Indicador Encapsulación.



Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de Programación políglota se obtuvo lo siguiente:

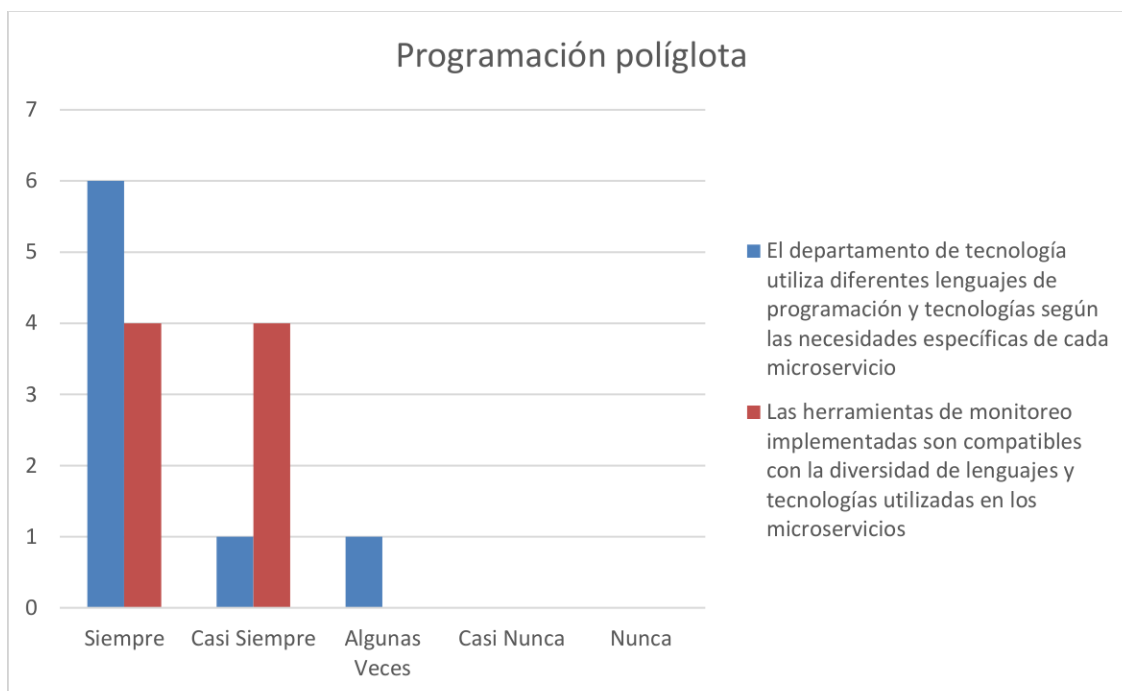
Tabla 6. Principio de Programación políglota.

Alternativas	Ítem 9		Ítem 10	
	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Siempre	6	75%	4	50%
Casi Siempre	1	12,5%	4	50%
Algunas Veces	1	12,5%	0	0%
Casi Nunca	0	0%	0	0%
Nunca	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%

Nota: Frecuencia absoluta y valores de porcentaje para cada uno de los ítems del indicador

Programación políglota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Indicador Programación políglota.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Presentación de resultados Cualitativos

La presentación de los resultados cualitativos corresponde a las respuestas obtenidas mediante una entrevista semiestructurada, dirigida a los trabajadores de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura de Holanet, C.A. Las preguntas estuvieron diseñadas para explorar percepciones, conocimientos y prácticas relacionadas con los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: ambiental, social y económico. Las respuestas obtenidas reflejan realidades operativas, actitudes y expectativas en torno a la gestión sustentable en la empresa.

Para el indicador del Pilar Ambiental, las respuestas mostraron un reconocimiento general sobre la importancia de la sostenibilidad, pero también una ausencia de políticas claras en la organización. La mayoría de los encuestados coincidió en que no existen lineamientos definidos para la gestión de residuos electrónicos ni mecanismos formales de monitoreo del consumo energético. Uno de los participantes comentó: “Hasta ahora no tenemos ningún sistema que nos

diga cuánta energía consumimos por equipo. Solo sabemos que la factura sube cuando hay mucho trabajo.”. Otro trabajador señaló la falta de recolección diferenciada para los desechos tecnológicos: “Lo que ya no sirve lo vamos guardando en un depósito, pero no hay control. No sabemos si se va a desechar, reparar o donar.”

Adicionalmente, se expresó preocupación sobre el impacto ambiental de prácticas cotidianas: “A veces dejamos los servidores encendidos más de lo necesario. Eso seguro tiene un impacto, pero nadie nos lo ha dicho formalmente.”

Sin embargo, también surgieron respuestas optimistas en relación con la incorporación de un sistema de monitoreo sustentable: “Sería muy bueno tener una plataforma que nos avise qué equipos están en mal estado o consumiendo de más. Así podríamos actuar más rápido.”

En el caso del indicador del Pilar Social, las respuestas resaltaron la buena relación entre compañeros y un ambiente colaborativo, aunque se evidenció una falta de formación formal en sostenibilidad o prácticas ecológicas. Muchos empleados manifestaron interés en participar en programas de concienciación o capacitación.

Una respuesta representativa fue: “Aquí todos nos llevamos bien, trabajamos en equipo, pero nunca hemos recibido una charla sobre sostenibilidad o medio ambiente.” Otro expresó: “Creo que sería importante involucrarnos más como equipo en prácticas sustentables. A veces uno no aplica estas cosas porque no sabe por dónde empezar.” También se destacó la motivación del personal técnico para involucrarse en iniciativas que mejoren las condiciones laborales y ambientales: “Si nos dan las herramientas o formación, nosotros sí estamos dispuestos a implementar algo que ayude al planeta y también al trabajo diario.”

Para el indicador del Pilar Económico, los participantes mostraron interés en optimizar los recursos tecnológicos y minimizar el consumo energético, ya que reconocen que esto incide

directamente en los costos operativos de la empresa. Uno de los trabajadores mencionó: “Hemos notado que en temporadas donde hay más tráfico, la energía se dispara, pero no tenemos una forma exacta de medir qué parte consume más.” Otro señaló: “Nos vendría bien un sistema que nos diga qué se puede apagar o qué está fallando. Eso nos ayudaría a ahorrar, y la empresa lo notaría en las cuentas.” También se expresó una visión a largo plazo: “Invertir en sistemas de monitoreo puede parecer costoso al inicio, pero a la larga ahorra dinero y evita daños en los equipos.”

4.1.3 Análisis de resultados Cuantitativos

El análisis cuantitativo se centró en los datos obtenidos a través de un cuestionario tipo Likert aplicado a una muestra censal de ocho (8) trabajadores pertenecientes a los departamentos de soporte técnico, infraestructura y tecnología de la empresa Holanet, C.A. Este instrumento fue diseñado para evaluar el grado de cumplimiento de los principios fundamentales que rigen la arquitectura de microsistemas, a saber: modularidad, escalabilidad, resiliencia, encapsulación y programación políglota.

Cada indicador estuvo compuesto por dos ítems, cuyas respuestas fueron medidas en una escala de cinco niveles: Siempre (1), Casi Siempre (2), Algunas Veces (3), Casi Nunca (4) y Nunca (5). Para el análisis estadístico se calcularon frecuencias absolutas y relativas, así como promedios por cada indicador, lo que permitió obtener una visión global del nivel de aceptación, cumplimiento y percepción por parte de los participantes en torno a la variable estudiada.

Los resultados evidenciaron que los principios de modularidad y programación políglota fueron los más reconocidos y aplicados por los encuestados, con un predominio de respuestas en las categorías “Siempre” y “Casi Siempre”. Esto sugiere que la empresa ya cuenta con una cultura técnica que valora el diseño modular de sus sistemas y la posibilidad de desarrollar servicios utilizando diversos lenguajes de programación, lo cual es coherente con los fundamentos de los

microservicios modernos. Estos hallazgos reflejan un entorno favorable para la adopción de soluciones escalables y adaptables.

En cuanto a los indicadores de escalabilidad y resiliencia, los datos mostraron también una alta valoración, aunque con menor homogeneidad entre los participantes. La presencia de respuestas como “Algunas Veces” indica que, si bien se han dado pasos significativos hacia una arquitectura robusta, aún existen áreas susceptibles de mejora, especialmente en lo que respecta a la capacidad de los sistemas para recuperarse ante fallos o manejar incrementos en la carga de trabajo sin degradar el rendimiento.

El indicador de encapsulación mostró una ligera dispersión en las respuestas, revelando la necesidad de reforzar la implementación de prácticas orientadas a la independencia funcional de los servicios. Aunque la mayoría de los participantes reconocen la presencia de interfaces bien definidas, algunos aún perciben deficiencias en la delimitación de responsabilidades entre módulos, lo cual podría generar acoplamientos innecesarios.

Una vez realizado el análisis descriptivo de las respuestas, se procedió a verificar la confiabilidad del instrumento mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, aplicando la fórmula con los valores obtenidos (Anexo 9), arrojando un valor de 0.721, lo que representa un nivel aceptable de consistencia interna. Según Pérez-León (2022), un Alfa de Cronbach superior a 0.70 es indicativo de que los ítems del cuestionario están adecuadamente relacionados y miden de forma coherente los aspectos vinculados a una misma variable. Este resultado brinda confianza sobre la estabilidad de los datos recolectados y respalda la pertinencia del instrumento utilizado en esta etapa diagnóstica.

Por lo tanto, el análisis cuantitativo permitió identificar fortalezas importantes en la arquitectura tecnológica actual de Holanet, así como algunas debilidades que podrían ser

abordadas mediante la implementación del sistema de gestión sustentable propuesto. Estos resultados servirán de base para formular estrategias de mejora alineadas con las necesidades reales de la organización y los principios teóricos del enfoque de microservicios.

4.1.4 Análisis de Resultados Cualitativos

En los siguientes párrafos se presentan los hallazgos derivados de la entrevista semiestructurada aplicada a ocho integrantes clave del equipo de Holanet, C.A., pertenecientes a los departamentos de soporte técnico, tecnología e infraestructura. El propósito de esta técnica fue obtener una visión integral y contextualizada sobre la sostenibilidad operativa de la empresa y la factibilidad de implementar un sistema de gestión sustentable basado en microservicios.

En relación con el pilar ambiental, la mayoría de los entrevistados coincidió en la necesidad de incorporar tecnologías limpias dentro de la infraestructura actual. Se destacó particularmente el uso de paneles solares como fuente alternativa de energía, tanto para el ahorro como para la continuidad del servicio ante fallas eléctricas. Uno de los participantes mencionó la posibilidad de integrar inversores ya existentes con sistemas solares, lo que evidencia una disposición favorable hacia soluciones escalables y sostenibles. Además, se planteó la creación de sistemas automatizados de monitoreo energético para realizar ajustes en tiempo real y reducir el consumo innecesario.

En cuanto al pilar social, se identificó como prioridad la formación continua del personal técnico y la optimización de los procesos colaborativos entre departamentos. Los encuestados señalaron que el aprendizaje práctico mediante el uso de herramientas de diagnóstico, como la fusionadora de fibra óptica, permitiría fortalecer competencias clave para operar de manera más eficiente. También se propuso el desarrollo de talleres periódicos sobre mantenimiento preventivo, con el objetivo de minimizar fallas y aumentar la vida útil de los equipos. Uno de los trabajadores

enfaticó que el intercambio de conocimientos entre áreas ha sido un factor determinante para afrontar los desafíos técnicos del día a día, destacando el valor de la colaboración como principio de sostenibilidad.

En relación con el pilar económico, las entrevistas revelaron un alto grado de conciencia respecto al impacto financiero de los procesos operativos actuales. Se mencionó, por ejemplo, la necesidad de automatizar tareas rutinarias mediante bots o sistemas programables, con el fin de reducir cargas laborales y evitar errores humanos que generan gastos adicionales. Asimismo, los participantes destacaron que un sistema de monitoreo integral permitiría anticipar fallas, controlar el uso de recursos y mejorar la asignación presupuestaria. Uno de ellos expresó que el monitoreo de los consumos eléctricos en routers y servidores ha permitido detectar comportamientos anómalos que, de ser corregidos oportunamente, podrían traducirse en una disminución de hasta un 30% en costos energéticos.

En conjunto, los resultados cualitativos de las entrevistas muestran que existe tanto un diagnóstico claro de las necesidades actuales como una disposición favorable a adoptar nuevas tecnologías para promover la sostenibilidad. Esta información resulta esencial para respaldar la propuesta técnica de esta investigación, ya que valida desde la experiencia del personal la pertinencia y urgencia de implementar una arquitectura de microservicios que promueva la eficiencia energética, el fortalecimiento del capital humano y la racionalización de recursos dentro de Holanet, C.A.

4.2 Discusión de Hallazgos

La presente investigación tuvo como objetivo central evaluar la aplicabilidad de una arquitectura de microservicios como mecanismo de integración para un sistema de gestión sustentable en Holanet, C.A., desde una perspectiva mixta que combinó datos cuantitativos y

cualitativos. Los hallazgos obtenidos permiten no solo diagnosticar la situación actual en cuanto a prácticas tecnológicas y de sostenibilidad en la organización, sino también identificar factores clave para la implementación efectiva de una solución tecnológica basada en microservicios.

Desde el punto de vista cuantitativo, los resultados evidenciaron una valoración mayoritariamente favorable hacia los principios fundamentales de los microservicios, tales como modularidad, escalabilidad, resiliencia, encapsulación y programación políglota. La mayoría de los ítems evaluados se concentraron en las opciones "Siempre" y "Casi Siempre", lo que refleja una disposición organizacional hacia la adopción de estas prácticas, aunque todavía con ciertos márgenes de mejora en áreas como la encapsulación y la programación políglota, donde se identificaron valores menores en algunos ítems específicos.

Estos hallazgos guardan estrecha relación con los antecedentes investigativos seleccionados, en particular con el estudio de Decimavilla-Alarcón y Marcillo-Franco (2023), quienes señalan que la arquitectura de microservicios permite mejorar la disponibilidad, escalabilidad y flexibilidad de los sistemas tecnológicos en entornos empresariales con recursos limitados. En el caso de Holanet, C.A., se identificó una coincidencia en cuanto a la necesidad de adoptar soluciones tecnológicas ágiles para optimizar la eficiencia energética y operacional, lo cual refuerza la validez de la propuesta metodológica planteada.

Desde una perspectiva cualitativa, las entrevistas evidenciaron importantes carencias en la aplicación de prácticas sustentables. Aunque existe un ambiente social favorable y un interés manifiesto en adoptar medidas sostenibles, se constató la ausencia de políticas claras, la falta de monitoreo energético y una gestión improvisada de residuos electrónicos. Estos hallazgos reflejan una brecha significativa entre el potencial del capital humano y la estructura organizacional para consolidar una cultura de sostenibilidad.

En este sentido, los planteamientos teóricos de Torassa et al. (2024) cobran relevancia, al destacar que la sostenibilidad en infraestructuras tecnológicas no solo depende de la eficiencia energética o del control de residuos, sino también de la participación activa del personal y la integración de herramientas tecnológicas que permitan gestionar en tiempo real los indicadores de sostenibilidad. La percepción del personal encuestado en Holanet C.A. coincide con este enfoque, pues expresaron su disposición a implementar sistemas que informen sobre el estado de los equipos y el consumo energético, lo que indica un alineamiento con los principios del desarrollo sustentable, aún cuando no existe una política institucional formalizada.

Asimismo, los resultados cualitativos también guardan relación con el marco conceptual abordado en los pilares de la sostenibilidad. Por ejemplo, en el pilar ambiental, se detecta una clara necesidad de crear mecanismos que mitiguen el impacto de las operaciones tecnológicas. En el pilar social, la cohesión del equipo humano representa una fortaleza estratégica que puede ser canalizada hacia procesos de formación y mejora continua. Finalmente, en el pilar económico, los participantes reconocen la necesidad de reducir los costos asociados al uso ineficiente de recursos tecnológicos, lo cual coincide con lo señalado por Ramírez (2022), quien define la sostenibilidad financiera como la capacidad de una organización para administrar sus recursos de manera eficiente, asegurando su viabilidad económica a largo plazo.

Es importante resaltar que estos hallazgos no solo son pertinentes sino también novedosos en el contexto de un proveedor de servicios de internet como Holanet, C.A., donde tradicionalmente los esfuerzos de gestión se centran en la infraestructura física y la calidad del servicio, dejando de lado elementos clave de sostenibilidad. La incorporación de una arquitectura de microservicios con orientación sustentable representa, por tanto, una propuesta innovadora que responde a desafíos operativos y ambientales crecientes.

No obstante, se reconoce que los resultados de esta investigación tienen ciertas limitaciones. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra (ocho participantes) restringe la posibilidad de generalizar los hallazgos a toda la organización o a otras empresas del sector. Asimismo, el instrumento cualitativo, al basarse en autopercepción, puede estar sujeto a sesgos subjetivos. Finalmente, debido a restricciones logísticas y de tiempo, no se aplicaron mecanismos complementarios como observaciones directas o análisis de indicadores energéticos reales, lo que podría ser considerado en futuras investigaciones.

En suma, los hallazgos obtenidos validan la necesidad de integrar una arquitectura de microsistemas en Holanet, C.A., no solo como una solución técnica, sino como parte de un cambio estratégico hacia una cultura organizacional más responsable, eficiente y alineada con los principios del desarrollo humano sustentable.

4.3 Vinculación con objetivos institucionales

Los hallazgos obtenidos en esta investigación revelan un conjunto de elementos claves que permiten establecer una relación directa con los objetivos institucionales vinculados al Desarrollo Humano Sustentable (DHS), promovidos por la Universidad Valle del Momboy. La implementación de una arquitectura de microsistemas orientada a la sostenibilidad tecnológica representa no solo una innovación en la gestión interna de recursos informáticos, sino también un aporte significativo a la mejora del entorno laboral, la eficiencia operativa y el compromiso con el ambiente.

Desde la perspectiva ambiental, el diagnóstico sobre la gestión de residuos electrónicos y el uso racional de la energía en Holanet, C.A., señala una necesidad urgente de integrar mecanismos que fomenten el uso eficiente de los recursos tecnológicos. En este sentido, los resultados cualitativos evidencian que los trabajadores reconocen el impacto negativo del consumo

energético descontrolado, así como la falta de estrategias claras para el tratamiento de equipos obsoletos. La incorporación de un sistema de monitoreo sustentable, sustentado en principios de la arquitectura de microservicios, contribuye directamente con el objetivo institucional de promover una gestión responsable del ambiente, alineándose con el principio de sostenibilidad ambiental de la UVM, al favorecer la implementación de tecnologías que optimicen recursos y minimicen impactos ecológicos.

En el ámbito social, los hallazgos reflejan un clima organizacional favorable, con una disposición notable del personal hacia la formación, la participación y la mejora continua. Esta actitud fortalece el principio institucional de equidad e inclusión, al considerar que la implementación de soluciones sustentables debe involucrar a todos los niveles organizativos, respetando la diversidad de ideas, conocimientos y habilidades. Además, al fomentar una cultura organizacional basada en la conciencia ambiental y el trabajo colaborativo, se impulsa el desarrollo de competencias personales y colectivas orientadas al bien común, lo que responde directamente al enfoque de desarrollo humano integral que sustenta el proyecto educativo de la UVM.

Desde la dimensión económica, los datos obtenidos en las entrevistas revelan la preocupación del personal por la ineficiencia energética y los costos operativos asociados al uso de infraestructura tecnológica sin mecanismos de control. Estos hallazgos permiten proponer medidas concretas que respondan al objetivo institucional de sostenibilidad económica, ya que permiten diseñar estrategias de ahorro y eficiencia basadas en el análisis del comportamiento de los equipos, lo cual contribuye a una mejor planificación presupuestaria y a la prolongación de la vida útil de los activos tecnológicos. A través de estas medidas, la empresa puede alinear sus procesos con prácticas de responsabilidad financiera, optimizando recursos y garantizando su continuidad operativa.

En consonancia con la misión de la Universidad Valle del Momboy, que promueve la formación de ciudadanos comprometidos con la transformación social, la investigación demuestra que es posible aplicar el conocimiento técnico-científico al contexto real, generando soluciones innovadoras que incidan de forma positiva en la calidad de vida y en el entorno laboral. Asimismo, la visión institucional, orientada a liderar procesos de cambio desde una perspectiva sustentable, encuentra en este estudio una base empírica para reafirmar su compromiso con la investigación aplicada y con el fortalecimiento de capacidades organizativas que impulsen la innovación.

Finalmente, se proponen las siguientes recomendaciones prácticas para aplicar los hallazgos en el marco de las políticas institucionales del DHS:

- Diseñar un plan de formación interna sobre sostenibilidad tecnológica para el personal de Holanet, C.A., con énfasis en el uso eficiente de los recursos informáticos.
- Implementar progresivamente una plataforma de monitoreo energético basada en microservicios, adaptada a las necesidades y capacidades de la empresa.
- Establecer un sistema de clasificación, reciclaje y disposición responsable de equipos electrónicos en desuso, en articulación con actores institucionales o comunitarios.
- Promover alianzas entre la Universidad y la empresa para el desarrollo de proyectos tecnológicos sustentables que integren a estudiantes y docentes, fortaleciendo la relación academia-empresa.

De tal modo, la investigación trasciende el plano teórico y metodológico, consolidándose como una contribución concreta al logro de los objetivos de desarrollo institucional sostenible promovidos por la Universidad Valle del Momboy.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A partir del desarrollo de la presente investigación y del análisis de los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes conclusiones en correspondencia con los objetivos específicos:

En primer lugar, respecto al diagnóstico de la situación actual sobre la arquitectura de microservicios en la empresa Holanet C.A., se evidenció que existe una comprensión parcial de los principios fundamentales como la modularidad, escalabilidad, resiliencia, acoplamiento débil, encapsulación y programación políglota. Si bien el personal manifiesta prácticas alineadas a estos principios, no se cuenta con una arquitectura formalmente implementada, lo que limita la optimización del desarrollo y despliegue de soluciones tecnológicas. Además, se identificó que los conocimientos del personal técnico, aunque funcionales, aún requieren fortalecimiento en aspectos técnicos clave para lograr una transición efectiva hacia microservicios.

En segundo lugar, con respecto al análisis de la sostenibilidad en la gestión de infraestructuras tecnológicas, se concluyó que la empresa carece de un enfoque sistemático que integre los pilares ambiental, social y económico. En el plano ambiental, no existen políticas claras para el manejo de residuos electrónicos ni monitoreo energético eficiente; en el plano social, se identificó un entorno laboral colaborativo, pero sin formación específica en sostenibilidad; y en el económico, los trabajadores reconocen la importancia de reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia operativa, aunque no disponen de herramientas tecnológicas adecuadas para ello.

Finalmente, se concluye que el desarrollo de una solución tecnológica sustentable basada en arquitectura de microservicios representa una alternativa viable, necesaria y alineada a las necesidades de Holanet C.A. Esta arquitectura permitiría implementar un sistema de monitoreo

que optimice los recursos tecnológicos, promueva prácticas sostenibles y garantice mayor flexibilidad operativa. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la propuesta desarrollada en esta investigación no solo es factible, sino que contribuye a fortalecer la eficiencia, la innovación y la sostenibilidad en la infraestructura tecnológica de la organización.

5.2 Recomendaciones

Con base en los hallazgos obtenidos, se recomienda que la empresa Holanet, C.A. formalice la adopción de una arquitectura de microservicios para mejorar la modularidad, escalabilidad y eficiencia de sus sistemas tecnológicos. Esto debe incluir la capacitación del personal técnico sobre herramientas, lenguajes de programación y metodologías asociadas a esta arquitectura, garantizando así un proceso de transición efectivo, progresivo y sostenible.

Es igualmente recomendable diseñar e implementar un sistema de monitoreo energético que permita obtener métricas precisas sobre el consumo de recursos tecnológicos. Esta medida favorecerá el control de costos operativos, facilitará la identificación de equipos ineficientes y permitirá tomar decisiones informadas sobre la gestión de la infraestructura, en coherencia con los principios de sostenibilidad ambiental.

Desde el punto de vista organizacional, se sugiere incorporar programas de formación y sensibilización sobre sostenibilidad dirigidos a todos los departamentos, con especial énfasis en el manejo de residuos electrónicos, buenas prácticas energéticas y conciencia ecológica. Estas acciones deben estar articuladas con políticas internas que institucionalicen dichas prácticas como parte de la cultura organizacional.

En cuanto al plano económico, se recomienda evaluar la viabilidad financiera de invertir en soluciones tecnológicas sustentables, considerando el ahorro a largo plazo derivado de una mayor eficiencia operativa, menor desgaste de equipos y reducción del consumo energético.

Asimismo, se debe explorar la posibilidad de alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos que promuevan el uso de plataformas compatibles con microservicios y sostenibilidad.

Por último, se aconseja documentar y estandarizar los procedimientos asociados al monitoreo, análisis y mantenimiento de la infraestructura tecnológica con enfoque sustentable, para asegurar la continuidad operativa y promover una gestión institucional basada en la innovación, la eficiencia y el desarrollo humano sustentable.

5.3 Líneas Futuras de Investigación

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, surgen diversas posibilidades para profundizar el estudio del impacto de la arquitectura de microservicios en la gestión sustentable de infraestructuras tecnológicas, especialmente en organizaciones dedicadas a los servicios de telecomunicaciones.

Una primera línea futura de investigación podría centrarse en la implementación práctica de un sistema de monitoreo energético en tiempo real, utilizando herramientas basadas en microservicios, para evaluar su impacto directo en la reducción del consumo eléctrico, el desgaste de los equipos y la sostenibilidad financiera de las operaciones.

Asimismo, se sugiere desarrollar estudios comparativos entre diferentes modelos arquitectónicos (monolíticos, orientados a servicios y microservicios) en el contexto de empresas tecnológicas pequeñas y medianas (PyMEs), con el objetivo de analizar su rendimiento, escalabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Otra línea prometedora consiste en investigar el grado de preparación del talento humano en empresas del sector tecnológico para asumir procesos de transformación digital sustentable. Este enfoque permitiría evaluar competencias, necesidades formativas y barreras organizacionales para la adopción de prácticas sustentables apoyadas en arquitecturas modernas.

También podría explorarse cómo la adopción de microservicios impacta en la gestión de residuos electrónicos y la vida útil de los equipos tecnológicos, lo cual representa un aspecto emergente dentro de los debates sobre sostenibilidad en entornos digitales.

Por último, se propone realizar estudios de tipo longitudinal que permitan medir la evolución del desempeño organizacional antes y después de la implementación de un sistema de gestión sustentable apoyado en microservicios, considerando variables ambientales, económicas y sociales.

CAPITULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Introducción

El presente capítulo tiene como propósito presentar una propuesta técnica y metodológica orientada a abordar el problema identificado en la investigación: la ausencia de una herramienta efectiva de monitoreo en tiempo real para la gestión de recursos tecnológicos críticos en Holanet, C.A., una empresa dedicada a la prestación de servicios de Internet por fibra óptica. En función de ello, se propone el desarrollo de un Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios, concebido como una solución integral sustentada en los hallazgos obtenidos a lo largo del estudio.

La propuesta está fundamentada en la necesidad de optimizar el rendimiento de los servidores, dispositivos de red (como Mikrotik, OLT y switches) y otros componentes de infraestructura tecnológica que, al no ser monitoreados adecuadamente, generan un consumo energético excesivo, dificultan la identificación de incidencias y afectan la calidad del servicio. Esta solución responde a la creciente demanda por herramientas sustentables que integren tecnología de punta con prácticas responsables de gestión, alineándose con los pilares del desarrollo humano sustentable promovidos por la Universidad Valle del Momboy.

El sistema propuesto no solo busca automatizar la supervisión y control de los indicadores técnicos (como uso de CPU, temperatura, memoria o energía), sino también contribuir a una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad, la eficiencia operativa y la toma de decisiones basadas en datos. Esta propuesta, desarrollada bajo un enfoque de arquitectura de microservicios, permite la escalabilidad, el mantenimiento independiente de módulos y la integración con futuras soluciones tecnológicas dentro de la empresa.

6.2 Fundamentación Teórica y Conceptual de la Propuesta

La propuesta se enmarca dentro de los principios del desarrollo sustentable, el cual busca armonizar el progreso tecnológico con la preservación de los recursos naturales y el bienestar social. Según Leal Filho et al. (2020), el desarrollo sustentable implica integrar armónicamente la sostenibilidad ambiental, social y económica en todos los niveles de toma de decisiones, destacando la necesidad de enfoques sistémicos e innovadores para enfrentar los retos actuales y futuros. En ese sentido, el presente sistema de monitoreo responde a la necesidad de optimizar el uso de recursos tecnológicos, reducir el impacto energético y fortalecer la capacidad operativa de Holanet, C.A., en coherencia con los principios de sostenibilidad organizacional.

Desde el punto de vista de la arquitectura tecnológica, la propuesta se basa en los principios de la arquitectura de microservicios, la cual permite dividir una aplicación en componentes independientes que interactúan entre sí mediante interfaces ligeras como APIs. Esta arquitectura es ampliamente recomendada para sistemas escalables, modulares y mantenibles (Torassa et al., 2024), permitiendo que cada servicio realice funciones específicas como el monitoreo de CPU, temperatura, uso de memoria, o consumo energético en tiempo real.

La incorporación de tecnologías como WebSockets, junto a un stack tecnológico MERN (MongoDB, Express.js, React.js, Node.js), permite garantizar una comunicación en tiempo real entre cliente y servidor, condición indispensable para una plataforma de monitoreo proactiva. Además, la naturaleza modular de los microservicios facilita la incorporación futura de nuevos servicios o indicadores sin necesidad de rediseñar el sistema completo (Decimavilla-Alarcón & Marcillo-Franco, 2023).

En suma, la propuesta combina elementos teóricos del desarrollo sustentable con fundamentos técnicos de la arquitectura distribuida, integrando tecnología de punta en favor de una gestión sustentable de los recursos tecnológicos, alineada con los valores de eficiencia, prevención de incidencias y mejora continua.

6.3 Objetivos de la Propuesta

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios, orientado a optimizar la gestión energética, operativa y preventiva de los equipos tecnológicos de la empresa Holanet, C.A., mediante indicadores en tiempo real que contribuyan a una gestión sustentable.

Objetivos Específicos

- Analizar los requerimientos funcionales y técnicos del sistema de monitoreo, con base en las necesidades operativas y sustentables de los departamentos de soporte, tecnología e infraestructura de Holanet, C.A.
- Diseñar una arquitectura de microservicios desacoplada que permita el monitoreo en tiempo real de indicadores como consumo energético, temperatura, uso de CPU y memoria de equipos claves (servidores, Mikrotik, OLT, switches).
- Desarrollar una interfaz web responsiva basada en tecnologías MERN y WebSocket, que permita la visualización, consulta y recepción de alertas sobre el estado de los equipos tecnológicos monitoreados.
- Integrar funciones de alertamiento y generación de reportes que permitan una toma de decisiones proactiva ante fallas o niveles críticos de operación en la infraestructura tecnológica.

- Validar la funcionalidad, escalabilidad y factibilidad operativa del sistema mediante pruebas piloto y revisión por parte del personal técnico de la empresa.

6.4 Descripción de la Propuesta

La presente propuesta consiste en el desarrollo e implementación de un Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos, diseñado para mejorar la gestión energética, operativa y preventiva de la infraestructura tecnológica de Holanet, C.A., empresa dedicada a ofrecer servicios de internet por fibra óptica. Esta solución tecnológica estará basada en una arquitectura de microservicios, lo cual permitirá modularidad, escalabilidad, mantenimiento independiente de componentes y despliegue flexible.

Arquitectura del Sistema

El sistema estará compuesto por múltiples microservicios distribuidos, cada uno responsable de una función específica dentro del proceso de monitoreo. Estos microservicios serán orquestados mediante el uso de contenedores y coordinados a través de una API Gateway que manejará las solicitudes del frontend hacia los servicios correspondientes. La arquitectura incluirá:

- Microservicio de Monitoreo de CPU, RAM y temperatura. Encargado de recopilar, procesar y enviar datos de uso de recursos de los equipos monitoreados (servidores, Mikrotik, OLT, switches).
- Microservicio de Consumo Energético. Integrado con sensores o registros que permitan estimar el consumo eléctrico de los equipos, utilizando estándares de medición y estimación compatibles.
- Microservicio de Alertamiento. Responsable de emitir alertas al sistema (email, notificación o panel) cuando los indicadores superen umbrales definidos (por ejemplo: temperatura > 75°C o CPU > 90%).

Diseño de la Base de Datos

El sistema contará con una base de datos relacional, estructurada para almacenar información sobre equipos monitoreados (servidores, switches, OLT, Mikrotik), indicadores técnicos (uso de CPU, temperatura, memoria, consumo energético), alertas generadas, usuarios y roles, así como el historial de eventos. Se empleará MongoDB por su escalabilidad, flexibilidad en el manejo de datos semiestructurados y compatibilidad con arquitecturas basadas en microservicios (Anexo 10). Las colecciones principales serán:

- Devices: información de cada equipo.
- Metrics: datos recopilados en tiempo real.
- Alerts: eventos críticos generados por el sistema.
- Users: credenciales, roles y permisos.
- Logs: historial de actividades del sistema.

Interfaz Web y Panel de Control

Se desarrollará una aplicación web utilizando el stack MERN (MongoDB, Express.js, React.js, Node.js), complementada con la tecnología WebSocket, para asegurar la visualización en tiempo real del estado de los dispositivos. El panel de control incluirá:

- Visualización de métricas de cada dispositivo.



- Historial de alertas con filtros por equipos.

FECHA	ESTATUS	DESCRIPCIÓN	DISPOSITIVO
12/7/2025 4:48:09 p. m.	OK	ENCENDIO LA OLT VISOL DE VALERA	HOL-VALERA-2116
12/7/2025 4:47:39 p. m.	Crítica	SE APAGO LA OLT VISOL DE VALERA	HOL-VALERA-2116
12/7/2025 3:31:16 p. m.	Advertencia	ENCENDIERON LAS ANTENAS	Otro
12/7/2025 3:29:19 p. m.	Advertencia	SE APAGARON LAS ANTENAS	Otro
12/7/2025 3:28:16 p. m.	Advertencia	ENCENDIERON LAS ANTENAS	Otro
12/7/2025 3:27:19 p. m.	Advertencia	SE APAGARON LAS ANTENAS	Otro
11/7/2025 19:03:15 p. m.	Advertencia	ENCENDIERON LAS ANTENAS	Otro
11/7/2025 19:02:18 p. m.	Advertencia	SE APAGARON LAS ANTENAS	Otro
11/7/2025 18:16:16 p. m.	Advertencia	ENCENDIERON LAS ANTENAS	Otro
11/7/2025 18:15:18 p. m.	Advertencia	SE APAGARON LAS ANTENAS	Otro

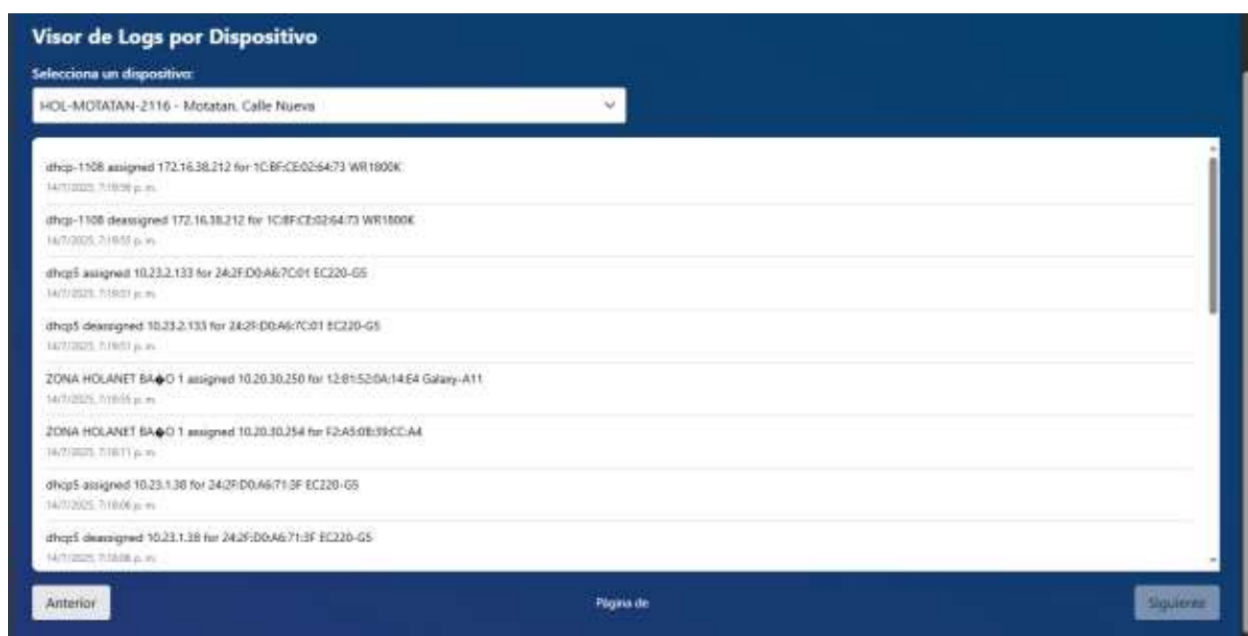
Mostrando 1 a 10 de 49 alertas

Anterior Siguiente

- Acceso por roles (administrador, técnico, supervisor).
- Panel de configuración para el administrador para con sus usuarios.



- Página de Logs para que se guarde el registro de todo lo referente al sistema y equipos.



Funcionalidades Clave

- Monitoreo en tiempo real de CPU, temperatura, consumo energético y uso de memoria.
- Alertas con umbrales definidos por el administrador del sistema.

- Notificaciones automáticas al personal técnico ante situaciones críticas mediante telegram.
- Dashboard intuitivo accesible desde dispositivos móviles y computadoras.
- Seguridad y autenticación mediante tokens JWT y control de acceso por roles.

Gestión de los Usuarios

La plataforma permitirá un sistema de autenticación y autorización basado en roles. Se manejarán tres niveles de acceso:

- Administrador: control total del sistema y configuración.
- Operador: acceso a monitoreo y resolución de alertas.
- Técnicos: visualización de reportes y métricas con permiso a la configuración de registros.
- Se implementará autenticación con tokens JWT y cifrado de contraseñas con Bcrypt.

Seguridad de la Data

Se tomarán en cuenta medidas de seguridad tanto en tránsito como en reposo:

- Cifrado TLS/SSL para conexiones web.
- Tokenización para autenticación segura.
- Roles y permisos estrictos definidos en backend.
- Backups programados y control de integridad de datos.
- Registro de logs de cada acción realizada en el sistema para auditoría.

Recursos Necesarios

A nivel de Hardware se requerirá servidores locales o en la nube, equipos de red con soporte SNMP/API, sensores de temperatura o consumo energético si se requiere integración

directa. Por otra parte, a nivel de Software, el uso de tecnologías como Node.js, React.js, MongoDB, Proxmox, WebSocket, herramientas de monitoreo SNMP.

Además, no menos importante, el talento humano conformados por el equipo de desarrollo MERN, técnicos de infraestructura, supervisor del proyecto. Y por último, el tiempo estimado de desarrollo de 8 a 12 semanas, divididas en fases (análisis, desarrollo, pruebas, implementación).

6.5 Factibilidad de la Propuesta

La factibilidad del Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios ha sido evaluada desde distintos enfoques, con el objetivo de garantizar que su implementación sea viable, efectiva y alineada con las capacidades reales de la empresa Holanet, C.A. A continuación, se expone el análisis por áreas clave:

6.5.1 Factibilidad Técnica

Desde el punto de vista técnico, la propuesta es altamente viable, ya que Holanet, C.A. cuenta con un entorno propicio para la adopción de herramientas modernas basadas en microservicios y tecnologías MERN. Los departamentos de soporte, infraestructura y tecnología ya emplean herramientas de monitoreo básico, lo que facilita la incorporación de un sistema más robusto y escalable.

La propuesta contempla el uso de software de código abierto (Node.js, React.js, MongoDB), lo cual minimiza la dependencia de licencias costosas. Además, el diseño modular del sistema permitirá su despliegue progresivo y el mantenimiento independiente de cada componente. La empresa también dispone de personal con competencias en desarrollo web y gestión de redes, lo cual asegura la continuidad operativa del sistema tras su implementación.

6.5.2 Factibilidad Operativa

A nivel operativo, el sistema propuesto se integra de forma armónica con los flujos de trabajo actuales de los departamentos técnicos. El acceso al panel de monitoreo permitirá al personal de soporte y supervisión detectar fallos o sobrecargas en tiempo real, facilitando decisiones inmediatas para evitar interrupciones del servicio.

Además, la interfaz será intuitiva, adaptable y accesible desde diferentes dispositivos, garantizando su adopción por los trabajadores sin necesidad de una curva de aprendizaje extensa. El personal podrá recibir formación interna en el uso del sistema, complementando sus conocimientos con guías prácticas desarrolladas como parte del proyecto.

6.5.3 Factibilidad Económica

La propuesta es económicamente factible, dado que el desarrollo será ejecutado por el propio equipo de la empresa, lo que elimina los costos de contratación externa. El uso de tecnologías libres y frameworks modernos garantiza un bajo costo de adquisición de software. Los gastos se limitan a infraestructura mínima adicional (si fuese necesaria) y tiempo de desarrollo, que será absorbido por el equipo interno como parte de sus funciones.

A mediano y largo plazo, se espera que la implementación del sistema genere ahorros significativos, al reducir el consumo energético innecesario, minimizar el tiempo de respuesta ante fallas, y prevenir daños costosos en equipos de red, servidores y dispositivos críticos.

6.5.4 Factibilidad Legal

Desde el punto de vista legal, no existen impedimentos para el desarrollo o implementación de este tipo de soluciones internas. El sistema propuesto cumple con los principios de ciberseguridad, privacidad y responsabilidad en el manejo de datos técnicos, sin involucrar datos personales de clientes o usuarios externos.

Además, su aplicación se ajusta a los lineamientos de sostenibilidad tecnológica y eficiencia energética promovidos en marcos institucionales como el Proyecto de Desarrollo Humano Sustentable (DHS) de la Universidad Valle del Momboy, lo que refuerza su pertinencia y legitimidad.

6.6 Evaluación e Implementación de la Propuesta

La implementación del Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios contempla una estrategia de despliegue progresiva, orientada a garantizar su correcta integración en los departamentos de soporte técnico, infraestructura y tecnología de Holanet, C.A. Esta sección detalla el plan de acción, las fases de ejecución, los actores involucrados, los recursos necesarios, así como los indicadores que permitirán evaluar su eficacia.

6.6.1 Plan de Implementación

El desarrollo e implementación del sistema se estructurará en cuatro fases:

Fase 1: Análisis y Diseño

- Revisión técnica de los equipos y recursos tecnológicos existentes.
- Identificación de los indicadores prioritarios (CPU, temperatura, energía, memoria, etc.).
- Definición de los microservicios, arquitectura base y canales de comunicación mediante WebSockets.
- Diseño del sistema y del panel de monitoreo.

Fase 2: Desarrollo e Integración

- Programación de los microservicios individuales para cada función de monitoreo.
- Creación de API RESTful y establecimiento de comunicaciones en tiempo real.

- Desarrollo del panel frontend en React.js y conexión con la base de datos MongoDB.
- Pruebas unitarias por cada componente.

Fase 3: Pruebas Piloto

- Prueba del sistema en un entorno de laboratorio controlado.
- Simulación de fallos e incidencias para verificar alertas en tiempo real.
- Retroalimentación del personal técnico involucrado.

Fase 4: Despliegue y Capacitación

- Puesta en producción en equipos reales de Holanet.
- Capacitación del personal designado (soporte, infraestructura, gerencia).
- Ajustes finales según observaciones.

Tabla 7. *Cronograma Tentativo de Implementación*

Fase	Actividades principales	Duración estimada	Responsable(s)
Fase 1: Análisis y Diseño	Levantamiento de requerimientos, diseño de sistema	1 semanas	Equipo de desarrollo
Fase 2: Desarrollo	Programación de microservicios, frontend, backend	2 semanas	Desarrolladores de Holanet
Fase 3: Pruebas Piloto	Testeo y validación en entorno de prueba	2 semanas	Departamento de Tecnología
Fase 4: Despliegue	Instalación, capacitación y ajustes	1 semanas	Todos los departamentos técnicos

Nota: *Tiempo total estimado 6 semanas.* Fuente: Elaboración Propia

6.6.2 Recursos Necesarios

- Infraestructura: servidores de prueba, acceso a equipos de red (OLT, Mikrotik, switches).
- Software: Node.js, Express.js, React, MongoDB, WebSocket, Proxmox.
- Recurso humano: equipo interno de desarrollo, personal técnico de soporte e infraestructura.
- Capacitación: manual de uso, sesiones formativas.

6.6.3 Indicadores de Éxito

Para evaluar la efectividad de la propuesta se utilizarán los siguientes indicadores:

- Reducción del tiempo promedio de detección de fallas: Se espera una disminución del 30% en el tiempo de respuesta ante incidencias técnicas.
- Cantidad de alertas gestionadas en tiempo real: Se medirá el número de notificaciones emitidas y atendidas en la primera semana tras el despliegue.
- Porcentaje de disponibilidad del sistema: Se establecerá un umbral mínimo del 95% de uptime continuo.
- Niveles de satisfacción del personal: A través de una encuesta posterior al uso del sistema, se evaluará la utilidad y facilidad de uso percibida.
- Consumo energético promedio: Se comparará el consumo energético de los equipos antes y después de la implementación para verificar mejoras.

6.7 Conclusión

La propuesta presentada en este capítulo, titulada Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios, constituye una solución concreta y viable a las necesidades identificadas en Holanet, C.A., particularmente en los

departamentos de soporte técnico, tecnología e infraestructura. A partir del diagnóstico realizado en los capítulos anteriores, se evidenció la falta de una herramienta eficiente que permitiera la gestión oportuna del uso energético, el monitoreo de recursos críticos y la identificación temprana de incidencias en los equipos de red y servidores de la empresa.

Esta propuesta no solo responde a los hallazgos obtenidos en el estudio, sino que integra una arquitectura moderna y escalable basada en microservicios, que permite un control granular y en tiempo real de los indicadores más sensibles del entorno tecnológico. Su implementación garantiza una mayor capacidad de respuesta ante fallos, reduce el consumo innecesario de energía, y facilita la toma de decisiones estratégicas fundamentadas en datos confiables.

Además, esta propuesta fortalece el compromiso institucional con el desarrollo humano sustentable, ya que aborda los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: mejora la eficiencia energética y gestión ambiental, optimiza el rendimiento operativo y económico de la empresa, y promueve una cultura organizacional consciente y capacitada, elevando el nivel de responsabilidad y preparación técnica del personal.

En definitiva, el sistema propuesto representa una convergencia entre tecnología, sostenibilidad y gestión estratégica, con potencial para escalarse a otras áreas de la empresa o incluso replicarse en organizaciones con características similares. Su impacto positivo se proyecta tanto a nivel operativo como en la consolidación de una infraestructura tecnológica más eficiente, resiliente y alineada con los valores institucionales de innovación, equidad y sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, F., & Guamán, S. (2024). *PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA BASADA EN MICRO SERVICIOS Y MICRO FRONTEND CON INTEGRACION DE UNA PLATAFORMA DE MENSAJERIA Y PROCESAMIENTO DE EVENTOS MASIVOS. CASO DE ESTUDIO: APLICACION EN SISTEMAS TRANSFERENCIA DE FONDOS*. [Tesis de Maestría]. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.
- Adzic, G., & Chatley, R. (2021). Serverless computing: Economic and architectural impact. *IEEE Software*, 38(4), 27–32.
- Aithal, A., & Aithal, P. S. (2021). *Sustainability of Digital Technologies in Industry 4.0 – A Strategic Approach*. *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences*, 6(1), 225–241.
- Al-Debagy, O., & Martinek, P. (2021). A comparative review of microservices and monolithic architectures. *International Journal of Open Information Technologies*, 9(1), 1–9.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme C.A.
- Arraiz Lozada, A. E. (2024). *Sistema de Monitoreo de Infraestructura Tecnológica de la Universidad Valle del Momboy* [Trabajo de Grado]. Universidad Valle del Momboy.
- Baldassarre, B., Calabretta, G., Bocken, N. M. P., & Jaskiewicz, T. (2020). Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value proposition design. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122662.
- BELLOSO, G., & LIZARDO, A. (2023). *El proceso de investigación científica en las ciencias políticas: enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto: The Scientific Research Process in*

- Political Sciences: Qualitative, Quantitative and Mixed Approach*. Revista de artes y humanidades Unica, 24(51), 250-266.
- Bennett, T. (2025, abril 10). 4 Microservices Examples: Amazon, Netflix, Uber, and Etsy. DreamFactory. <https://blog.dreamfactory.com/microservices-examples>
- Ceglia, D., Burchielli, L., & De Toni, A. F. (2022). Green IT and sustainable digital infrastructures: A literature review and research agenda. *Sustainable Futures*, 4, 100077.
- Colombero, V. T., Estelles, J. P., Gallegos, L., & Lopez, P. (2024). *Monolitos vs. Microservicios en Arquitectura de Software: Perspectivas para un Desarrollo Eficiente*. JAIIO, Jornadas Argentinas de Informática, 10(5), 42-54.
- Condori-Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5453, marzo 3, 2000.
- Cornelis P. Baldé, Ruediger Kuehr, Tales Yamamoto, Rosie McDonald, Elena D'Angelo, Shahana Althaf, Garam Bel, Otmar Deubzer, Elena Fernandez-Cubillo, Vanessa Forti, Vanessa Gray, Sunil Herat, Shunichi Honda, Giulia Iattoni, Deepali S. Khatriwal, Vittoria Luda di Cortemiglia, Yuliya Lobuntsova, Innocent Nnorom, Noémie Pralat, Michelle Wagner (2024). International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). 2024. Global E-waste Monitor 2024. Geneva/Bonn.
- Delgado, R., & Soto, F. (2023). *Fundamentos de metodología cuantitativa para ciencias sociales*. Ediciones Ateneo.
- Decimavilla-Alarcón, D. C., & Marcillo-Franco, P. F. (2025). *Arquitectura de microservicios basada en contenedores para despliegue ágil de aplicaciones IoT en la nube*. Revista Científica Episteme & Praxis, 3(1), 35–49.

Dragoni, N., Giallorenzo, S., Lafuente, A. L., Mazzara, M., Montesi, F., Mustafin, R., & Safina, L. (2021). Microservices: Migration of a Mission Critical System. *IEEE Software*, 38(3), 36–43.

Dragoni, N., Giallorenzo, S., Lafuente, A. L., Mazzara, M., Montesi, F., Mustafin, R., & Safina, L. (2021). Microservices: Yesterday, today, and tomorrow. *Present and Ulterior Software Engineering*, 195–216.

Earth Shift Global (2023), Retorno de la inversión sostenible (S-ROI), Maine

<https://earthshiftglobal.com/es/sustainable-return-on-investment-s-roi>

Garcés-Ayerbe, C., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Leyva-de la Hiz, D. I. (2021). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122263.

Global E-waste Monitor 2024. Geneva/Bonn.

Hassan, S. R., Akbar, R., & Chauhdary, S. H. (2023). A scalable microservices architecture for IoT-based applications. *Journal of Cloud Computing*, 12(1), 87–101.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill.

Houngbo, P. L. A., Vandecasteele, C., & Meersman, R. (2021). A Framework for the Energy Monitoring of Sustainable ICT Infrastructures. *Sustainability*, 13(17), 9815.

Hurtado, J., & Toro, C. (2021). *Metodología de la investigación: Un enfoque práctico para las ciencias sociales y administrativas* (3.^a ed.). Ediciones de la U.

IEA (2024), What the data centre and AI boom could mean for the energy sector, IEA, Paris

<https://www.iea.org/commentaries/what-the-data-centre-and-ai-boom-could-mean-for-the-energy-sector>

International Organization for Standardization. (2015). *Environmental management systems — Requirements with guidance for use (ISO 14001:2015)*. ISO.

Kalske, M., Mäkitalo, N., Mikkonen, T., & Taivala, A. (2022). Encapsulation and decoupling in microservice architecture. *Journal of Systems and Software*, 185, 111151.

Kumar, A., & Singh, R. (2022). *Microservices Architecture with Kubernetes: Design, Build, and Manage Cloud-Native Applications*. Packt Publishing.

Ley Orgánica del Ambiente. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial 5.833 (extraordinario), diciembre 22 de 2006.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236 el 26 de julio de 2005.

Makker, S., Rai, S., & Pathak, D. (2022). Human resource development practices for sustainability in technology-based organizations. *Sustainability*, 14(3), 1159.

Medina-Díaz, M. D. R., & Verdejo-Carrión, A. L. (2020). *Validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje mediante las metodologías activas*. *Alteridad. Revista de Educación*, 15(2), 270-284.

Mendez Romero, R. A. (2025), *Inclusión Digital en América Latina: Camino Hacia la Equidad y el Progreso*. [Informe]. Colombia. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/inclusion-digital-america-latina-camino-hacia-equidad-progreso/>

Mendoza, L., & Márquez, S. (2022). *Fundamentos de investigación social: enfoques y diseños aplicados*. Editorial EduInvest.

- Mendoza, S. H., & Avila, D. D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA, 9(17), 51-53.
- Merkel, D. (2014). Docker: Lightweight Linux containers for consistent development and deployment. Linux Journal, 2014(239). <https://linuxjournal.com/article/239>
- Moreno, E., & Rivera, J. (2021). Diseño metodológico en investigaciones mixtas. Editorial Científica Latinoamericana.
- Ortega, M., & Torres, H. (2021). Métodos de análisis documental: Guía para investigadores. Ediciones Académicas Andinas.
- Padilla Velasco, J. I., Rodríguez Ruiz, A. I., & Parra Alvira, H. A. (2020). Arquitectura basada en microservicios para aplicaciones web. *Tecnología Investigación y Academia*, 7(2), 12–20.
- Pahl, C., Helms, T., & Moin, A. (2020). Patterns for fault tolerance and resilience in microservices architecture. International Conference on Cloud Computing and Services Science, 65–76.
- Pérez-León, G. (2022). *Coeficiente Alfa de Cronbach: ¿ Qué es y para qué sirve el Alfa de Cronbach*. GPL Research Consultores, 20123(4).
- Ramírez, M. (2020). *Técnicas de muestreo en investigaciones sociales*. Editorial Académica Española.
- Ramírez, L. (2022). *Gestión financiera para la sostenibilidad en organizaciones públicas y privadas*. Editorial Universitaria Iberoamericana.
- Richardson, C. (2021). *Microservices patterns: With examples in Java*. Manning Publications.
- Rodarte Rodriguez, R. (2024). *DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA BASADA EN MICROSERVICIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN y ESCALABILIDAD DE*

- APLICACIONES EMPRESARIALES*. [Tesis de Licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación]. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Salman, T., Alqahtani, A., & Jain, R. (2020). Architecting microservices: Practical applications and design strategies. *IEEE Communications Magazine*, 58(10), 45–51.
- Stewart, L. (2024). *¿Qué es el diseño de investigación? Definición, tipos y guía*. ATLAS.ti Research Hub. Recuperado de <https://atlasti.com/es/research-hub/disenio-de-investigacion>
- Stindt, D., & Sahamie, R. (2022). Digital twin-based predictive maintenance in industrial operations: Economic and technical insights. *Procedia CIRP*, 107, 287–292.
- Torres, Y., & Delgado, R. (2021). Diseños metodológicos en investigaciones proyectivas. *Revista de Investigación y Desarrollo*, 18(2), 45–58.
- Torassa, V., Estelles, J. P., Gallegos, L., & López, P. (2024). *Monolitos vs. Microservicios en Arquitectura de Software: Perspectivas para un Desarrollo Eficiente*. En *Memorias de las 53 JAIIO - EST* (ISSN: 2451-7496, pp. 44–49). Rosario, Argentina: Facultad de Tecnología Informática, Universidad Abierta Interamericana.
- Valdiviezo, J. A. R., & Sacoto, A. S. Q. (2023). *Sistema web para la interacción de imágenes médicas*. *Dominio de las Ciencias*, 9(3), 1536-1555.
- Vargas, L. (2022). *Técnicas de recolección de datos cualitativos*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Vătămănescu, E.-M., Andrei, A. G., & Gazzola, P. (2020). Digital transformation and business model innovation: Exploring the role of IT capabilities and dynamic capabilities in shaping competitive advantage. *Sustainability*, 12(18), 7402.
- Vásquez, W. (2020). *Metodología de la investigación. Manual del Estudiante*. UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 1

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE COMPUTACIÓN

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

Estimado: Servio Paredes
Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted en su condición de experto, con el propósito de solicitar su valiosa colaboración para la validación del instrumento que anexo a la presente, el cual tiene por objeto obtener información necesaria para la realización del Trabajo de Grado titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A.**, presentado para optar al título de **Ingeniería en Computación**

El objetivo de la investigación, es Proponer un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de micro servicios para la empresa Holanet, C.A.

Sus respuestas pueden plasmarse en el formato de validación que se ha diseñado al efecto. Asimismo, le agradezco las observaciones o sugerencias que pueda hacer sobre el contenido del instrumento, las cuales serán tomadas en consideración para enriquecer y/o mejorar el mismo.

Atentamente
Br. José Escalona
Br. Juan González

Anexo 2. Validación del instrumento por parte del experto N° 1

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Por favor lea cuidadosamente cada uno de los Ítems que contiene el instrumento, luego según su criterio marque con una "X" en el formato la casilla correspondiente, suministrando si es necesaria, la información que soporte su opinión.

Fecha: 15/5/2025

Nombre del Experto: Servio Paredes

Aspectos a Evaluar:

Ítem	Claridad				Congruencia				Pertinencia				Observación
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	x				x				x				
2	x				x				x				
3	x				x				x				
4	x				x				x				
5	x				x				x				
6	x				x				x				
7	x				x				x				
8	x				x				x				
9	x				x				x				
10	x				x				x				
11	x				x				x				
12	x				x				x				
13	x				x				x				
14	x				x				x				
15	x				x				x				
16	x				x				x				

A: Excelente

B: Bueno

C: Regular

D: Deficiente

Observaciones Generales:

Experto:

Apellidos y Nombres: Servio Paredes

Firma:



Estudios realizados

Pregrado: Abogado

Especialización:

Maestría: En Ciencias de Educación Superior.

Anexo 3. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 2



UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE COMPUTACIÓN

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

Estimado: Hugo Hernández
Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted en su condición de experto, con el propósito de solicitar su valiosa colaboración para la validación del instrumento que anexo a la presente, el cual tiene por objeto obtener información necesaria para la realización del Trabajo de Grado titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A.**, presentado para optar al título de **Ingeniería en Computación**

El objetivo de la investigación, es Proponer un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de micro servicios para la empresa Holanet, C.A.

Sus respuestas pueden plasmarse en el formato de validación que se ha diseñado al efecto. Asimismo, le agradezco las observaciones o sugerencias que pueda hacer sobre el contenido del instrumento, las cuales serán tomadas en consideración para enriquecer y/o mejorar el mismo.

Atentamente
Br. José Escalona
Br. Juan González

Anexo 4. Validación del instrumento por parte del experto N° 2

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Por favor lea cuidadosamente cada uno de los Ítems que contiene el instrumento, luego según su criterio marque con una "X" en el formato la casilla correspondiente, suministrando si es necesaria, la información que soporte su opinión.

Fecha: 14/05/2025

Nombre del Experto: Hugo Hernández

Ítem	Claridad				Congruencia				Pertinencia				Observación
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	x				x				x				
2	x				x				x				
3	x				x				x				
4	x				x				x				
5	x				x				x				
6	x				x				x				
7	x				x				x				
8	x				x				x				
9	x				x				x				
10	x				x				x				
11	x				x				x				
12	x				x				x				
13	x				x				x				
14	x				x				x				
15	x				x				x				
16	x				x				x				

A: Excelente

B: Bueno

C: Regular

D: Deficiente

Observaciones Generales:

Experto:

Apellidos y Nombres: Hugo Hernández

Firma:

Estudios realizados

Pregrado: Politólogo y Abogado

Especialización: Gerencia Recurso Humano.

Maestría:



Anexo 5. Modelo de Validación del Instrumento experto N° 3



UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE COMPUTACIÓN

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

Estimado: Yackeline González
Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted en su condición de experto, con el propósito de solicitar su valiosa colaboración para la validación del instrumento que anexo a la presente, el cual tiene por objeto obtener información necesaria para la realización del Trabajo de Grado titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE BASADO EN ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS DE LA EMPRESA HOLANET, C.A.**, presentado para optar al título de **Ingeniería en Computación**

El objetivo de la investigación, es Proponer un sistema de gestión sustentable basado en arquitectura de micro servicios para la empresa Holanet, C.A.

Sus respuestas pueden plasmarse en el formato de validación que se ha diseñado al efecto. Asimismo, le agradezco las observaciones o sugerencias que pueda hacer sobre el contenido del instrumento, las cuales serán tomadas en consideración para enriquecer y/o mejorar el mismo.

Atentamente
Br. José Escalona
Br. Juan González

Anexo 6. Validación del instrumento por parte del experto N° 3

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Por favor lea cuidadosamente cada uno de los Ítems que contiene el instrumento, luego según su criterio marque con una "X" en el formato la casilla correspondiente, suministrando si es necesaria, la información que soporte su opinión.

Fecha: 15/5/2025

Nombre del Experto: Yackeline González Silva

Aspectos a Evaluar:

Ítem	Claridad				Congruencia				Pertinencia				Observación
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	x				x				x				
2	x				x				x				
3	x				x				x				
4	x				x				x				
5	x				x				x				
6	x				x				x				
7	x				x				x				
8	x				x				x				
9	x				x				x				
10	x				x				x				
11	x				x				x				
12	x				x				x				
13	x				x				x				
14	x				x				x				
15	x				x				x				
16	x				x				x				

A: Excelente

B: Bueno

C: Regular

D: Deficiente

Observaciones Generales:

Experto:

Apellidos y Nombres:

Gonzalez Silva Yackeline

Firma:



Estudios realizados

Pregrado: Ingeniero de petróleo

Especialización:

Maestría: Ciencias de la Educación

Doctorado:

Anexo 7 Cuestionario Tipo Likert (Variable 1)

Instrumento: Cuestionario Tipo Likert

Variable 1: Arquitectura de Microservicios							
Dimensión 1: Principios de Microservicios							
Nº	Indicador	Items	1	2	3	4	5
1	Modularidad	Los microservicios dentro del departamento de tecnología de Holanet, C.A. están diseñados de forma independiente y con responsabilidades bien definidas					
2		Los cambios realizados en un microservicio tienen un impacto mínimo en el funcionamiento de otros microservicios					
3	Escalabilidad	la infraestructura actual permite escalar los microservicios de manera independiente según la demanda					
4		Los mecanismos de monitoreo implementados permiten identificar cuellos de botella y necesidades de escalamiento en microservicios específicos					
5	Resiliencia	Existen mecanismos implementados para que los microservicios puedan recuperarse automáticamente de fallos o errores					
6		El sistema de monitoreo actual proporciona alertas efectivas cuando ocurren fallos en los microservicios					
7	Encapsulación	La tecnología utilizada en cada microservicio está oculta a otros microservicios, interactuando a través de interfaces bien definidas					
8		El monitoreo actual se enfoca en las métricas relevantes de cada microservicio sin exponer detalles internos innecesarios					
9	Programación poliglota	El departamento de tecnología utiliza diferentes lenguajes de programación y tecnologías según las necesidades específicas de cada microservicio					
10		Las herramientas de monitoreo implementadas son compatibles con la diversidad de lenguajes y tecnologías utilizadas en los microservicios					

1 = Siempre

2 = Casi Siempre

3 = Algunas veces

4 = Casi nunca

5 = Nunca

Anexo 8 Encuesta semiestructurada (Variable 2)

Instrumento para la Variable 2: Sostenibilidad en Infraestructuras Tecnológicas

Tipo: Encuesta semiestructurada

Preguntas abiertas:

11. ¿Qué acciones podrían implementarse para reducir el consumo energético de la infraestructura tecnológica en Holanet?
12. ¿Considera que actualmente existe un aprovechamiento eficiente del consumo energético? ¿Por qué?
13. ¿Cómo la empresa podría optimizar el uso de hardware?
Mencione ejemplos.
14. ¿Cómo cree que Holanet podría fomentar prácticas tecnológicas sustentables entre su personal y departamentos?
15. ¿De qué manera un sistema de monitoreo automatizado podría reducir costos operativos asociados a recursos tecnológicos?
16. ¿Cómo cree que un sistema de monitoreo automatizado puede contribuir a la sostenibilidad de la empresa?

Anexo 9 Cálculo de Alfa de Cronbach

Valores obtenidos por ítems.

Encuestados	ítem 1	ítem 2	ítem 3	ítem 4	ítem 5	ítem 6	ítem 7	ítem 8	ítem 9	ítem 10	Sumatoria
Nº. 1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	16
Nº. 2	3	2	1	3	1	2	2	3	1	1	19
Nº. 3	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	15
Nº. 4	2	4	3	2	2	2	4	2	3	2	26
Nº. 5	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	16
Nº. 6	1	3	2	1	2	3	2	2	1	1	18
Nº. 7	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	13
Nº. 8	1	2	1	3	1	2	1	1	2	2	16
Varianza p/ítem	0,484	0,734	0,500	0,688	0,234	0,250	0,859	0,250	0,484	0,250	4,734
Varianza total	13,484										

Nota: Valores por ítems, sumatoria total por encuestado, cálculo de la varianza por ítem, varianza por la sumatoria total por encuestado y sumatoria total de las varianzas de todos los ítems.

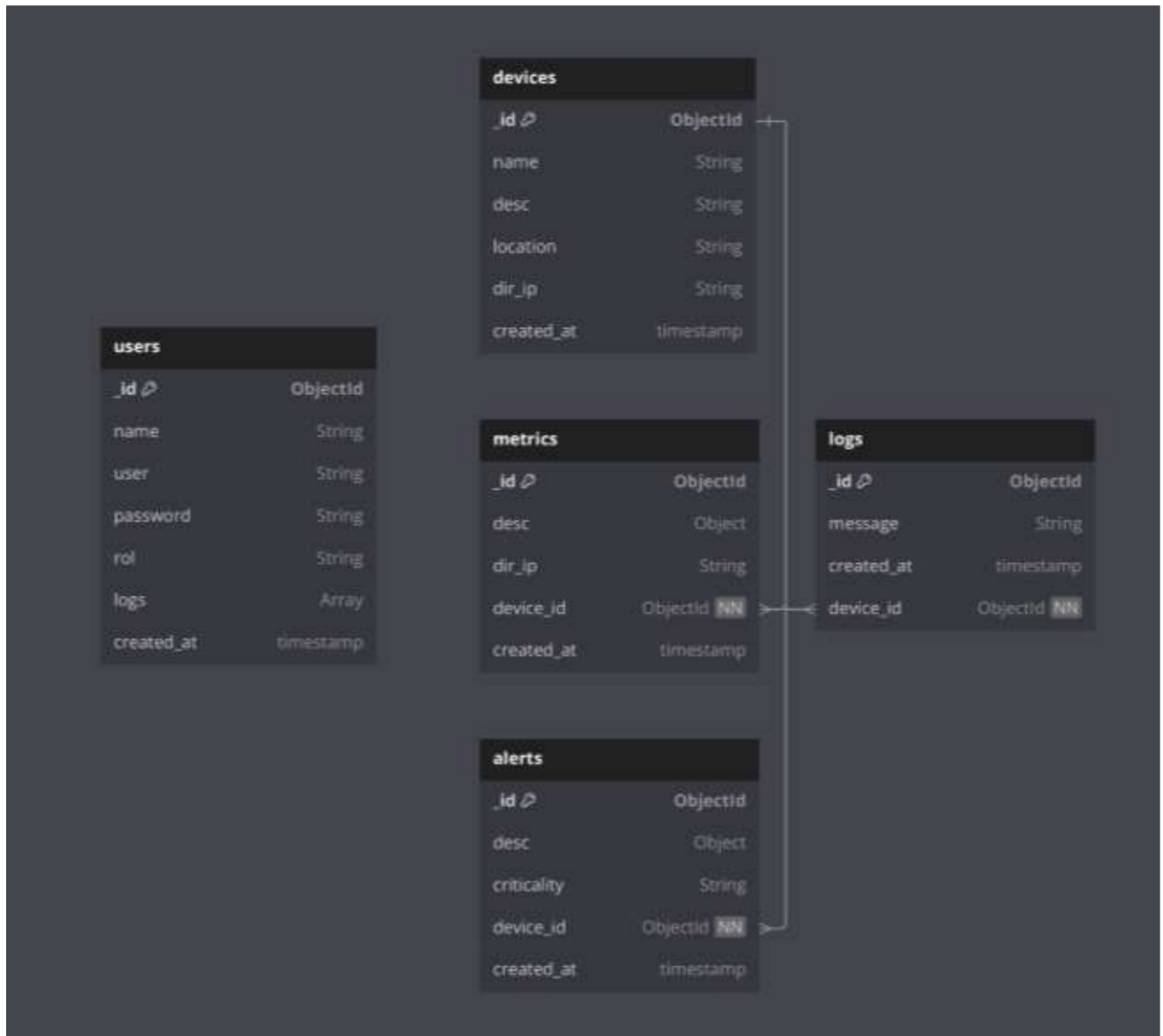
Teniendo estos datos se procedió a implementar la fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Donde k es igual al número de ítems (10), $\sum_{i=1}^k \sigma_i^2$ es igual a la sumatoria total de la varianza por ítems (4,734), y σ_t^2 es igual a la varianza total (13,484)

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left[1 - \frac{4,734}{13,484} \right] = 0.721$$

Arrojando un valor de 0.721, lo que representa un nivel aceptable de consistencia interna.

Anexo 10. Diagrama de relación de la base de datos de la propuesta

Anexo 11. *Manual de Usuario*

**Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos
Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en
Microservicios (SMIRT)**

Manual de Usuario

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos	2
1. Introducción	3
Objetivo del sistema.....	3
¿A quién está dirigido?	3
Beneficios principales.....	4
Alcance del sistema	4
2. Requisitos del Sistema	5
Hardware:.....	5
Software:.....	5
Navegador Compatible:	5
3. Instalación y Preparación Inicial.....	5
Pasos de instalación en el servidor Proxmox:.....	5
4. Uso Paso a Paso	7
4.1 Inicio de Sesión.....	7
4.2 Panel de Control General	8
4.3 Vista de Dispositivos.....	9
4.3.1 Agregar Dispositivos.....	9
4.3.2 Editar y Eliminar Dispositivos	10
4.4 Gestión de Usuarios	10
4.5 Configuración de Alertas	12
5. Resolución de Problemas Comunes.....	12
6. Preguntas Frecuentes (FAQ).....	12
7. Soporte y Contacto.....	13
8. Glosario.....	13

1. Introducción

El Sistema de Monitoreo Inteligente de Recursos Tecnológicos para Infraestructura ISP basado en Microservicios (SMIRT) es una herramienta diseñada para que empresas proveedoras de servicios de internet (ISP) puedan supervisar, gestionar y optimizar su infraestructura tecnológica de forma centralizada y en tiempo real.

En un entorno donde la disponibilidad de los servicios es crítica, SMIRT permite a los administradores y técnicos obtener una visión completa del estado de los equipos y recursos clave, evitando fallos y reduciendo tiempos de inactividad.

Objetivo del sistema

- El objetivo principal de SMIRT es ofrecer una solución integral que permita:
- Monitoreo continuo del estado de dispositivos de red y servidores.
- Recolección de métricas clave como carga de CPU, temperatura, memoria utilizada y disponibilidad de almacenamiento.
- Gestión proactiva mediante alertas, ayudando a prevenir incidencias antes de que afecten a los usuarios finales.
- Optimización de recursos, al proporcionar información útil para la planificación de mantenimiento, expansión o reemplazo de equipos.

¿A quién está dirigido?

SMIRT está diseñado para diferentes perfiles dentro de una empresa ISP:

- **Administradores de sistemas:** para gestionar usuarios, dispositivos y configuraciones avanzadas.

Anexo 11 (Cont.). *Manual de Usuario*

- **Técnicos de infraestructura:** para agregar o modificar equipos y monitorear métricas específicas.
- **Operadores de soporte:** para consultar el estado de la red y tomar decisiones informadas al atender incidencias.
- **Gerencia:** para disponer de datos consolidados que apoyen la toma de decisiones estratégicas.

Beneficios principales

- **Visibilidad en tiempo real:** acceso instantáneo a métricas críticas desde cualquier lugar.
- **Alertas preventivas:** notificaciones oportunas para actuar antes de que ocurran fallos.
- **Escalabilidad:** capacidad de monitorear decenas de dispositivos sin comprometer el rendimiento.
- **Seguridad:** autenticación y roles de usuario para controlar el acceso.
- **Interfaz intuitiva:** diseñada para que cualquier usuario autorizado pueda usarla sin formación extensa.

Alcance del sistema

SMIRT permite supervisar distintos tipos de dispositivos:

- Equipos de red como MikroTik, OLTs y switches.
- Servidores de infraestructura.
- Otros dispositivos compatibles que expongan métricas a través de API REST.

2. Requisitos del Sistema

Antes de utilizar el sistema, asegúrese de contar con los siguientes elementos:

Hardware:

- Servidor con Proxmox VE instalado.
- Procesador mínimo 4 núcleos.
- 8 GB de memoria RAM (recomendado 16 GB).
- 100 GB de almacenamiento SSD.
- Conectividad de red estable.

Software:

- Ubuntu Server 22.04 LTS.
- Docker o Node.js + MongoDB instalados.
- Certificado SSL para conexión segura.

Navegador Compatible:

- Google Chrome versión 100 o superior.
- Mozilla Firefox versión 90 o superior.
- Permisos de Usuario:
- Acceso con credenciales de Administrador para la primera configuración.

3. Instalación y Preparación Inicial

Pasos de instalación en el servidor Proxmox:

Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

1. Crear Máquina Virtual (VM):

- Desde Proxmox, seleccione **Create VM**.
- Configure recursos asignando 4 CPUs, 8 GB RAM y 100 GB de disco.

2. Instalar Ubuntu Server:

- Monte la ISO de Ubuntu.
- Siga las instrucciones hasta finalizar.

3. Instalar dependencias:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade
sudo apt install nodejs npm mongodb
```

(Si se utiliza Docker, instale Docker Engine).

4. Configurar MongoDB:

Conectarse a la base de datos MongoDB de Holanet con y otorgar el permiso de acceso a la dirección IP del servidor

5. Clonar el repositorio del sistema:

```
git clone <repositorio>
cd proyecto
npm install
```

6. Configurar variables de entorno (.env):

Ingresar datos de conexión a la base de datos y claves JWT:

- PORT = Puerto de escucha del servidor
- DB_HOST = Nombre del host privado de holanet
- DB_PASS = Contraseña secreta de conexión
- DB_NAME = Nombre de la base de datos
- SECRET_KEY = Palabra secreta para el cifrado/descifrado de JWT.

Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

7. Levantar el sistema:

```
npm start
```

8. Verificar acceso:

- Acceda desde navegador:
- `https://<IP_SERVIDOR>:<PUERTO>`

9. Crear usuarios iniciales:

Desde la interfaz web, ingrese los datos del primer Administrador. Inicialmente con credenciales predeterminadas:

Usuario: admin; clave: admin

Se recomienda cambiarla en el siguiente inicio de sesión.

4. Uso Paso a Paso

4.1 Inicio de Sesión

1. Abra el navegador e ingrese la URL.
2. Introduzca **usuario** y **contraseña**.
3. Haga clic en **Iniciar Sesión**.
4. Si los datos son correctos, accederá al panel principal.

Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario



4.2 Panel de Control General

En esta vista encontrará:

- Resumen de dispositivos monitoreados.
- Indicadores en tiempo real.
- Gráficas de uso de CPU, memoria y energía.
- Alertas recientes.



Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

4.3 Vista de Dispositivos

1. Haga clic en **Dispositivos**.
2. Verá la lista de equipos registrados.

4.3.1 Agregar Dispositivos

1. Seleccione el icono de perfil en la esquina superior derecha
2. Haga clic en "Dispositivos" en el menú desplegable
3. En la vista de lista de dispositivos, localice el botón "Agregar Dispositivo"
4. Complete el formulario con:
 - Nombre del dispositivo
 - Dirección IP
 - Puerto
 - Descripción
 - Localización
5. Haga clic en "Agregar" para registrar el dispositivo

Imagen descriptiva:



Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario



4.3.2 Editar y Eliminar Dispositivos

1. Acceda a la lista de dispositivos siguiendo los pasos 1-2 anteriores
2. Para editar:
 - Localice el dispositivo en la lista
 - Haga clic en el icono "Editar" (lápiz)
 - Modifique los campos necesarios
 - Guarde los cambios
3. Para eliminar
 - Localice el dispositivo en la lista
 - Haga clic en el icono "Eliminar" (basurero)
 - Confirme la acción en el diálogo emergente



4.4 Gestión de Usuarios

Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

1. Acceda a **Configuración > Ver Usuarios**.
 2. Cree, edite o elimine usuarios.
 3. Asigne roles:
- **Administrador**
 - Acceso completo a todas las funciones del sistema.
 - Puede gestionar usuarios y dispositivos.
 - Configura alertas y parámetros del sistema.
 - **Técnico**
 - Puede agregar nuevos dispositivos.
 - Puede visualizar todos los datos y métricas.
 - Puede editar dispositivos y usuarios existentes.
 - No puede eliminar registros.
 - **Operador**
 - Solo acceso de lectura al sistema
 - Puede visualizar todos los datos y métricas
 - No puede hacer modificaciones de ningún tipo
 - No puede agregar/editar/eliminar dispositivos o usuarios

Precaución:

Solo Administradores pueden gestionar completamente los usuarios.



Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

4.5 Configuración de Alertas

1. Entre en **Configuración > Alertas**.
2. Defina umbrales de CPU, temperatura y energía.
3. Active notificaciones por correo o sistema.
4. Guarde los cambios.

Sugerencia:

Revise estos umbrales mensualmente.

5. Resolución de Problemas Comunes

Problema	Posible Causa	Solución
No puedo iniciar sesión	Usuario o contraseña incorrectos	Verifique credenciales o contacte al admin.
No aparecen métricas en el panel	El dispositivo no está enviando datos	Revise conectividad y configuración del agente.
El sistema carga muy lento	Recursos insuficientes en el servidor	Aumente CPU/RAM en Proxmox.
Alertas no llegan por correo electrónico	Error en configuración SMTP	Verifique datos del servidor de correo.

6. Preguntas Frecuentes (FAQ)

¿Puedo acceder desde fuera de la red de la empresa?

Sí, siempre que el puerto esté habilitado y el certificado SSL configurado correctamente.

¿Cuántos dispositivos puedo monitorear?

Anexo 11 (Cont.). Manual de Usuario

El sistema es escalable y puede manejar decenas de equipos dependiendo de la capacidad del servidor.

¿Qué ocurre si pierdo mi contraseña?

Solicite restablecimiento al Administrador.

¿Se pueden personalizar los reportes?

Sí, puede seleccionar fechas, métricas e indicadores.

7. Soporte y Contacto

Si necesita asistencia técnica o tiene consultas, contáctenos:

- **Correo electrónico:** soporteholanet@gmail.com
- **Teléfono:** +58 412-2367899
- **Horario:** Lunes a sábado de 08:00 a.m. hasta 05:00 p.m.

8. Glosario

- **ISP:** Proveedor de servicios de Internet.
- **Microservicios:** Arquitectura que divide una aplicación en módulos independientes.
- **MongoDB:** Base de datos NoSQL orientada a documentos.
- **Proxmox:** Plataforma de virtualización de servidores.
- **WebSocket:** Protocolo que permite comunicación bidireccional en tiempo real.