



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

IDEA
UNIVERSIDAD GALILEO

**UNIVERSIDAD GALILEO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS, INFORMÁTICA
Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
INSTITUTO DE EDUCACIÓN ABIERTA**

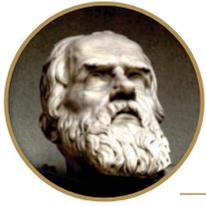
SEMINARIO DE TELECOMUNICACIONES

**“Optimización de Alarmas Externas de Alta
Temperatura y Humedad en Shelters Outdoor de
Telecomunicaciones para uso Interno del Departamento de
Conmutación Área Metropolitana”**

**PRESENTADO POR:
Hansel Aarón Calderón Marroquín
Carné IDE20002575**

Previo a optar al grado académico de:
**LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA Y
ADMINISTRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES**

Guatemala, 7 de noviembre del 2024



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

IDEA
UNIVERSIDAD GALILEO

**UNIVERSIDAD GALILEO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS, INFORMÁTICA
Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
INSTITUTO DE EDUCACIÓN ABIERTA**

SEMINARIO DE TELECOMUNICACIONES

**“Optimización de Alarmas Externas de Alta
Temperatura y Humedad en Shelters Outdoor de
Telecomunicaciones para uso Interno del Departamento de
Conmutación Área Metropolitana”**

**PRESENTADO POR:
Hansel Aarón Calderón Marroquín
Carné IDE20002575**

Previo a optar al grado académico de:
**LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA Y
ADMINISTRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES**

Guatemala, 7 de noviembre del 2024

Índice

Introducción	1
A. Descripción de la empresa.....	2
A.1. Antecedentes	2
A.2. Actividades principales	4
A.3. Visión y misión.....	4
A.4. Organigrama	5
A.5. Productos y servicios	6
A.6. Principales competidores.....	6
B. Evaluación integral de la empresa	6
B.1. Herramienta de diagnóstico	7
B.3. Comportamiento en las ventas.....	9
B.4. Participación en el mercado.....	10
B.5. Tecnología de la empresa y tecnología del mercado	13
B.6. Procesos fundamentales de la empresa con problemas	13
C. Hallazgos y evidencias.....	14
C.1. Hallazgos	14
C.1.1. Hallazgo No. 1:.....	14
C.1.2. Hallazgo No. 2:.....	15
C.1.3. Hallazgo No. 3:.....	15
C.1.4. Hallazgo No. 4:.....	16
C.1.5. Hallazgo No. 5:.....	16
C.1.6. Hallazgo No. 6:.....	17
C.1.7. Hallazgo No. 7:.....	17

C.1.8. Hallazgo No. 8:.....	18
C.2. Evidencias	19
C.2.1. Evidencia No. 1:	19
C.2.2. Evidencia No. 2:	20
C.2.3. Evidencia No. 3:	21
D. Propuesta de solución.....	22
D.1. Definición del problema.....	22
D.2. Incidencia del problema	22
D.3. Descripción del problema u oportunidad.....	22
D.4. Diagrama de flujo del proceso actual	23
D.5. Desventajas de no resolver el problema identificado	24
D.5.1. Desventajas a corto plazo	24
D.5.2. Desventajas a largo plazo	24
D.6. Matriz de decisión proveedores	25
D.7. Matriz de decisión tecnología	26
D.8. Diagrama de flujo solución propuesta.....	27
E. Factibilidad técnica.....	28
E.1. Hardware	28
E.1.1. Circuito transmisor	28
E.1.2. Circuito receptor	29
E.1.3. Circuito respaldo de energía con batería.	29
E.2. Software.....	32
E.3. Seguridad.....	33
E.4. Protocolos de red.....	35
E.5. Prototipo del proyecto	35

E.6. Diagrama de red antes de la solución.....	37
E.7. Diagrama de red con solución propuesta.....	38
F. Factibilidades administrativa, operativa, legal y ambiental.....	39
F.1. Factibilidad administrativa.....	39
F.1.1 Organigrama propuesto.....	39
F.1.2 Manual de funciones	40
F.3. Factibilidad operativa	41
F.3.1 Planes de contingencia	42
F.4. Factibilidad legal	45
G. Factibilidad financiera.....	55
G.1. Costos del proyecto.....	55
G.1.1. Costo de inversión.....	55
G.1.2. Costo de implementación.....	57
G.1.3. Costo de mantenimiento y operación	58
G.2. Beneficios del proyecto.....	59
G.3. Matriz costo-beneficio	60
G.4. Tasa de rentabilidad mínima aceptable	61
G.5 Cálculo tasa interna de retorno y valor actual neto.....	62
H. Conclusiones	63
I. Recomendaciones	64
J. Bibliografía / E-grafía	65
K. Glosario.....	69
L. Anexo.....	75

Índice Ilustraciones

Ilustración 1 , Antecedentes de la empresa.....	3
Ilustración 2 , Organigrama de la empresa.....	5
Ilustración 3 , Análisis FODA	7
Ilustración 4 , Análisis FODA maxi-mini	8
Ilustración 5 , Gráfica del crecimiento en la telefonía en Guatemala	9
Ilustración 6 , Gráfica proporción de líneas fijas	11
Ilustración 7 , Gráfica proporción de líneas móviles	12
Ilustración 8 , Gráfica hallazgo No.1	14
Ilustración 9 , Gráfica hallazgo No.2	15
Ilustración 10 , Gráfica hallazgo No.3	15
Ilustración 11 , Gráfica hallazgo No.4	16
Ilustración 12 , Gráfica hallazgo No.5	16
Ilustración 13 , Gráfica hallazgo No.6	17
Ilustración 14 , Gráfica hallazgo No.7	17
Ilustración 15 , Gráfica hallazgo No.8	18
Ilustración 16 , Fotografía evidencia No.1	19
Ilustración 17 , Fotografía evidencia No.1.1	19
Ilustración 18 , Fotografía evidencia No.2	20
Ilustración 19 , Fotografía evidencia No.2.1	20
Ilustración 20 , Captura de pantalla, evidencia No.3	21
Ilustración 21 , Captura de pantalla, evidencia No.3.1	21
Ilustración 22 , Diagrama de flujo (Proceso actual)	23
Ilustración 23 , Diagrama de flujo (Propuesta).....	27
Ilustración 24 , Diagrama circuito transmisor.....	28
Ilustración 25 , Diagrama circuito receptor	29
Ilustración 26 , Diagrama circuito respaldo de energía.....	30
Ilustración 27 , Diagrama de prototipo	36

Ilustración 28 , Diagrama de red antes de la solución	37
Ilustración 29 , Diagrama de red con solución propuesta	38
Ilustración 30 , Manual de funciones.....	40
Ilustración 31 , Análisis de riesgo y establecimiento de controles	42
Ilustración 32 , Logotipo E-waste.....	52
Ilustración 33 , Gráfica punto de equilibrio	61

Índice Tablas

Tabla 1 , Operadores inscritos.....	10
Tabla 2 , Participación en el mercado de telefonía fija.....	11
Tabla 3 , Participación en el mercado telefonía móvil.....	12
Tabla 4 , Comparativa de las tecnologías.....	13
Tabla 5 , Matriz de decisiones proveedores	25
Tabla 6 , Matriz de decisiones tecnología.....	26
Tabla 7 , Descripción de hardware	30
Tabla 8 , Descripción de software.....	32
Tabla 9 , Descripción de seguridad.....	34
Tabla 10 , Descripción de protocolos	35
Tabla 11 , Diagrama de Gantt implementación	41
Tabla 12 , Diagrama de Gantt capacitación.....	41
Tabla 13 , Rastreo de auditoría	43
Tabla 14 , Puntos de control	43
Tabla 15 , Análisis de contingencia.....	44
Tabla 16 , Llamadas.....	44
Tabla 17 , Costo de inversión.....	56
Tabla 18 , Costo e implementación.....	57
Tabla 19 , Costo de inversión inicial.....	57
Tabla 20 , Costo de movilización	58
Tabla 21 , Costo de mantenimiento y operación	58
Tabla 22 , Costos fijos del proyecto.....	59
Tabla 23 , Beneficios del proyecto	59
Tabla 24 , Matriz costo-beneficio	60
Tabla 25 , Cálculo TREMA.....	62
Tabla 26 , Cálculo TIR y VAN.....	62

Introducción

El siguiente proyecto que lleva como tema optimización de alarmas externas de alta temperatura y humedad en shelters outdoor de telecomunicaciones para uso interno del departamento de conmutación área metropolitana. Se realizó debido al déficit del proceso de reporte de fallas de alta temperatura y humedad en los numerosos sitios existentes. Aunque existe un sistema de alarmas externas, este presenta varios problemas como por ejemplo manipulación de sensores de alta temperatura en sitio, retraso en enviar fallas para revisión por personal de campo, y la falta de repuestos como la tarjeta de alarmas.

El nuevo sistema de alarmas externas desarrollado es independiente y no necesita del equipo de conmutación para su funcionamiento, es accesible vía web y utiliza antenas Lora de largo alcance y bajo consumo de energía, operando de manera completamente inalámbrica.

El sistema se compone de un módulo transmisor con un sensor para monitorear el ambiente y un respaldo con una batería de litio que da autonomía al módulo en caso de cortes de energía, en el otro extremo se tiene un módulo receptor que actúa como servidor web, permitiendo visualizar las lecturas en tiempo real de los módulos transmisores, que operan como esclavos, mientras que el servidor web actúa como maestro, las mediciones temperatura y humedad obtenidas a través de sensores no manipulables, son accesibles desde un teléfono móvil. A continuación, se presenta más información sobre el desarrollo del proyecto.

A. Descripción de la empresa

Conmuvox es una empresa de telecomunicaciones con presencia en todo el país, ofrece una amplia gama de servicios que incluyen telefonía móvil, telefonía fija, internet, televisión por cable y servicios de datos. Con una cobertura robusta tanto en áreas rurales como urbanas, se destaca por su capacidad para brindar soluciones de conectividad adaptadas a la necesidad de sus clientes.

Fue lanzada en el mes de septiembre de 2006, como parte de un proceso de integración de marcas nacionales, desde entonces se ha consolidado como uno de los principales operadores de telefonía móvil y líder en la provisión de líneas fijas del país.

Está comprometida con la innovación y la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la experiencia del cliente. Esto incluye la implementación de tecnología 5G, mejoras en la infraestructura de fibra óptica y el desarrollo de aplicaciones móviles y servicios digitales.

Su servicio al cliente se destaca por su alta calidad, proporcionando un soporte técnico accesible y personalizado, garantizando que cada cliente reciba atención según sus necesidades, lo que resulta en una experiencia satisfactoria. La empresa también se distingue por su responsabilidad social, participando activamente en proyectos comunitarios que buscan reducir la brecha digital y fomentar el acceso a la tecnología en comunidades desfavorecidas.

A.1. Antecedentes

En el año 1881 se formaliza la utilización telefónica pública mediante el enlace existente de línea física telegráfica entre la ciudad capital y la ciudad de Antigua Guatemala. Por recomendación de una misión del Banco Mundial, se crea la empresa GUATEL, según Ley 14-17 de abril 1971. La nueva compañía fue establecida con el fin de mejorar la coordinación y la planificación de las telecomunicaciones de Guatemala.

Se creó como un instituto dependiente del Ministerio de Comunicación y Obras Públicas, con el ministro asumiendo automáticamente la posición de presidente de la empresa. El 16 de noviembre de 1996, el Congreso de Guatemala aprobó la "Ley General de Telecomunicaciones", esta estipula la privatización de GUATEL, la empresa estatal de telecomunicaciones en ese momento y la única en el país.

Luego GUATEL pasó en 1997 a manos de Telecomunicaciones de Guatemala. Posteriormente en el año 2006 cambió nuevamente de nombre como parte de una estrategia, cuando la compañía decidió unificar su identidad. Con esta transformación, la empresa buscaba consolidar su presencia en el mercado guatemalteco y ofrecer una propuesta de valor más sólida y reconocible para sus clientes. El cambio de nombre marcó un hito en la industria de las telecomunicaciones en Guatemala, ya que trajo consigo una renovación en la imagen de la empresa y en sus servicios. Desde entonces, se ha posicionado como uno de los principales proveedores de telefonía móvil, internet y televisión en el país, brindando soluciones innovadoras y de calidad a sus usuarios.¹

Ilustración 1, Antecedentes de la empresa



Fuente: Extraído de diario de Centroamérica, <https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/>, Julio 2024

¹ (Telecomunicaciones en Guatemala, 2024)

A.2. Actividades principales

- ✓ Internet residencial
- ✓ Líneas telefónicas (fija y móvil)
- ✓ Venta de teléfonos móviles, accesorios y aparatos electrónicos para el hogar
- ✓ Servicios corporativos
- ✓ Almacenamiento en la nube
- ✓ Televisión por cable
- ✓ Canal de deportes

A.3. Visión y misión²

➤ Visión

Mejorar la vida de los clientes, ayudando a las personas, negocios y comunidades a estar más y mejor conectados con el mundo.

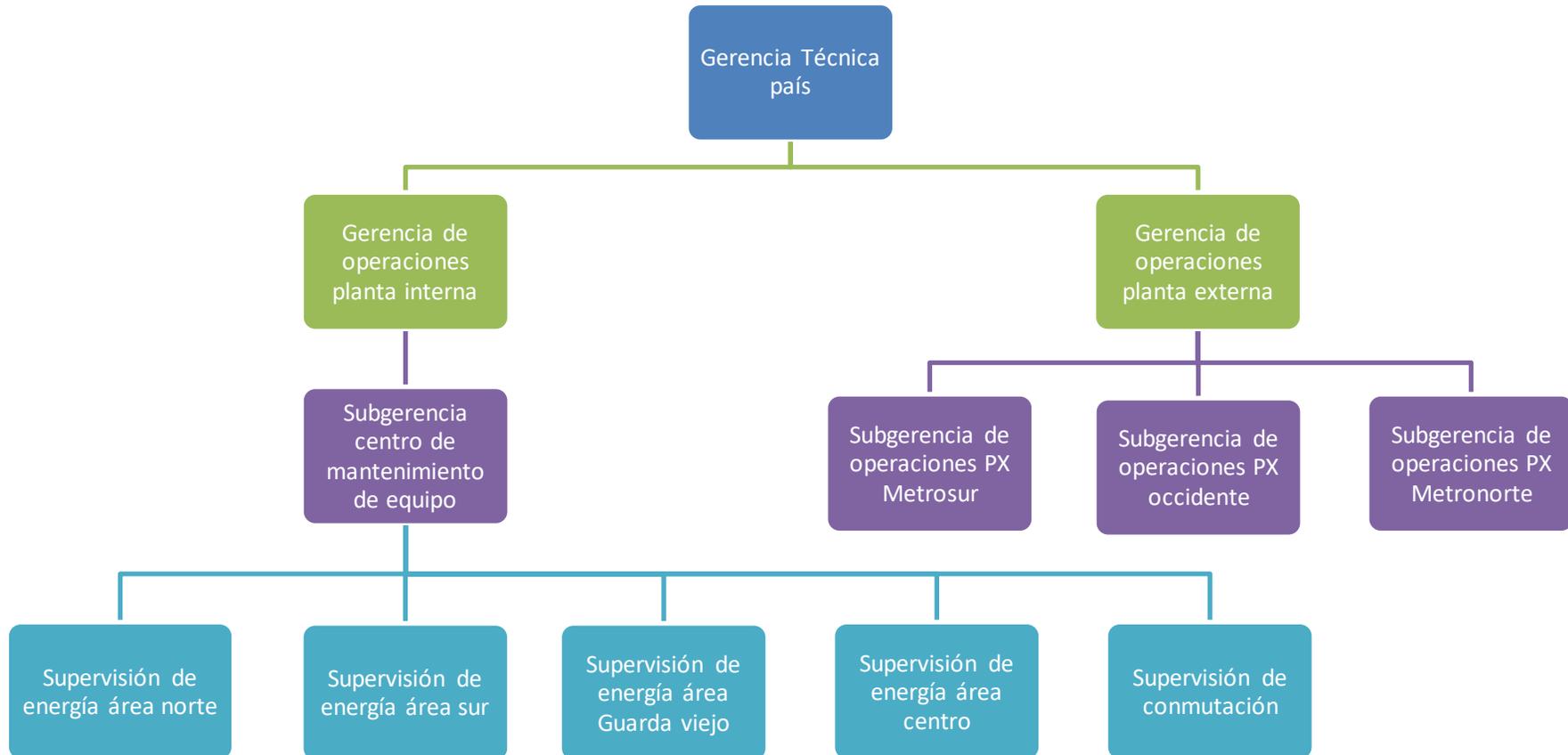
➤ Misión

Ser líderes en telecomunicaciones en toda la región Centroamericana.

² (RRHH, 2017)

A.4. Organigrama

Ilustración 2, Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia, recursos humanos, julio 2024

A.5. Productos y servicios

Servicios móviles

- ✓ Prepago
- ✓ Postpago
- ✓ Roaming

Servicios hogar

- ✓ Hogar triple (Línea, Internet y Cable)
- ✓ Televisión por cable
- ✓ Internet (Cable y Fibra Óptica)

Entretenimiento

- ✓ Transmisión de deportes en línea
- ✓ Streaming de video
- ✓ Almacenamiento en la nube

A.6. Principales competidores

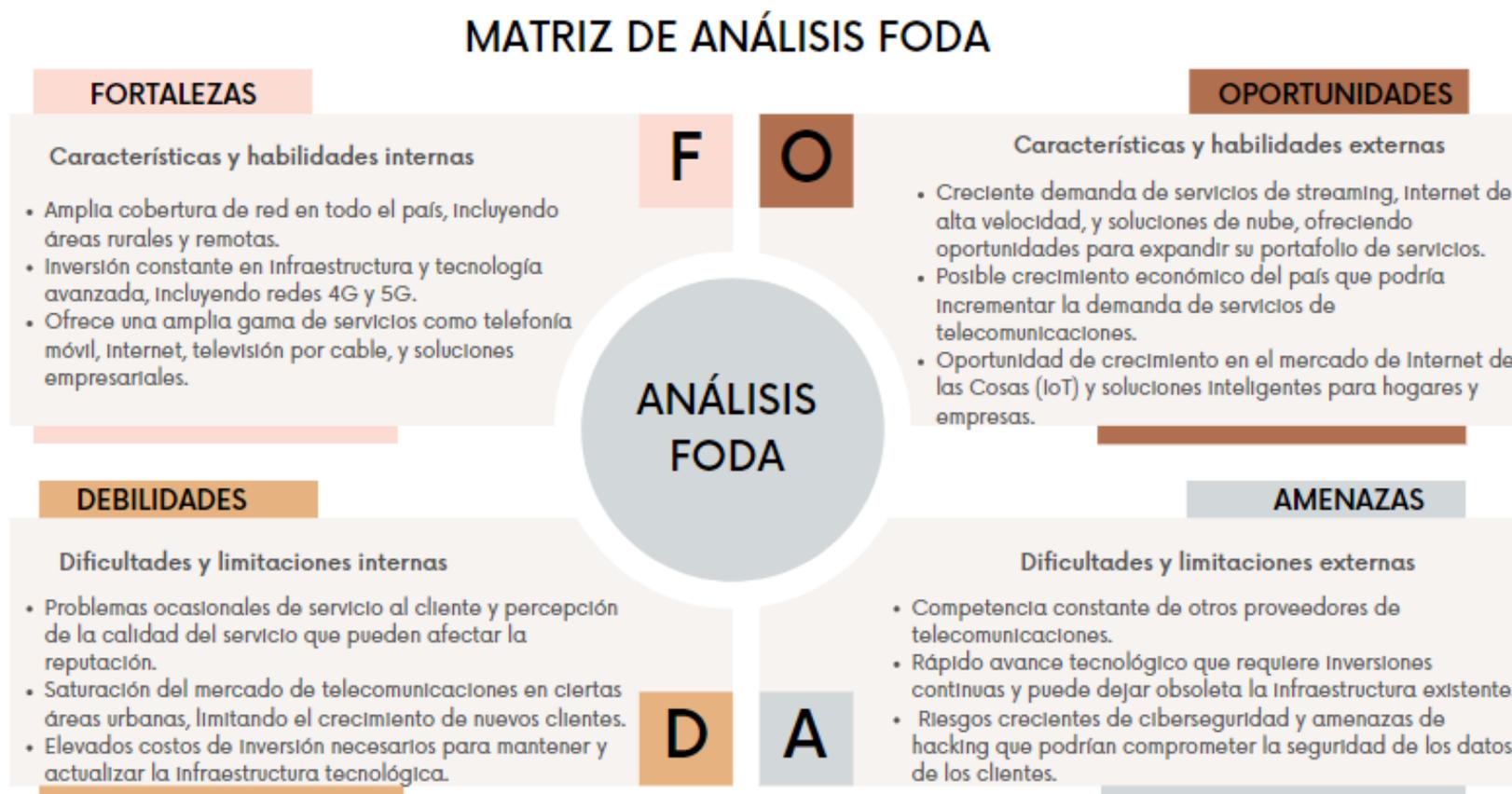
- Tigo Guatemala
<https://www.tigo.com.gt/>
- STARLINK
<https://www.starlink.com/gt/residencial>

B. Evaluación integral de la empresa

Para la evaluación de la empresa se utilizó una herramienta para identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas, que se tienen actualmente en la empresa, y así planificar estratégicamente y mantenerse a la vanguardia de las tendencias del mercado para el logro de los objetivos que se desea.

B.1. Herramienta de diagnóstico

Ilustración 3, *Análisis FODA*



Fuente: Elaboración propia, realizado a través de CANVAS, <https://www.canva.com>³, julio 2024.

³ (Calderón, CANVA, 2024)

Ilustración 4, Análisis FODA maxi-mini

MATRIZ FODA / MAXI-MINI

ESTRATEGIAS FO (MAXI-MAXI)

Maximizar Fortalezas y Oportunidades

- Aprovechar la infraestructura tecnológica avanzada para expandir servicios de streaming, internet de alta velocidad, y soluciones en la nube.
- Desarrollar y lanzar soluciones IoT innovadoras tanto para hogares como para empresas.
- Formar alianzas con empresas tecnológicas líderes para ofrecer servicios integrados que mejoren la experiencia del cliente.

ESTRATEGIAS FA (MAXI-MINI)

Maximizar Fortalezas y Minimizar Amenazas

- Invertir en tecnologías avanzadas de ciberseguridad para proteger la infraestructura y los datos de los clientes, aprovechando la capacidad financiera y tecnológica de la empresa.
- Desarrollar un equipo especializado en cumplimiento normativo para adaptarse rápidamente a cualquier cambio en las regulaciones gubernamentales.
- Fortalecer los programas de lealtad y promociones para mantener la base de clientes frente a la competencia intensa.

ESTRATEGIAS DO (MINI-MAXI)

Minimizar Debilidades y Maximizar Oportunidades

- Implementar programas de capacitación continua para el personal de atención al cliente y mejorar los canales de comunicación para resolver problemas rápidamente.
- Expandir y mejorar los servicios móviles y aumentar la satisfacción de los existentes.
- Realizar inversiones estratégicas en nuevas tecnologías para mantenerse a la vanguardia de las nuevas telecomunicaciones.

ESTRATEGIAS DA (MINI-MINI)

Minimizar Debilidades y Amenazas

- Optimizar las operaciones para reducir costos y mejorar la eficiencia, mitigando el impacto de la competencia de precios.
- Desarrollar un plan de contingencia para enfrentar la inestabilidad económica, asegurando la continuidad del negocio y manteniendo la demanda de servicios.
- Mantener un programa de actualización continua de la infraestructura para evitar la obsolescencia tecnológica y asegurar que la red.

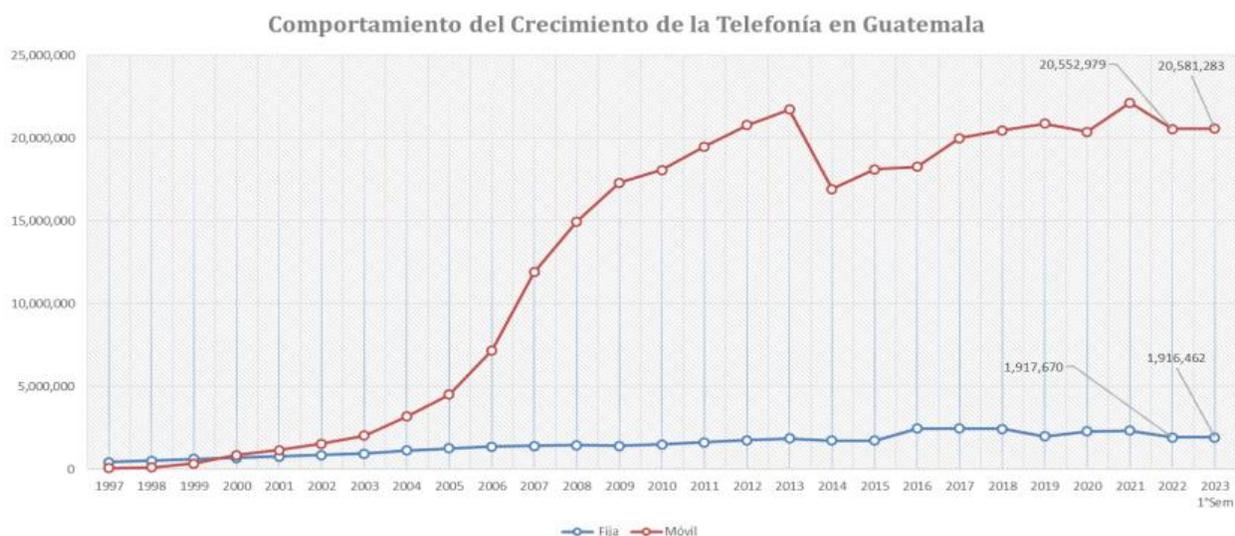
Fuente: Elaboración propia, realizado a través de CANVAS, <https://www.canva.com>⁴, julio 2024

⁴ (Calderón, CANVA, 2024)

B.3. Comportamiento en las ventas

El comportamiento de las ventas está influenciado por múltiples factores internos y externos. La empresa debe continuar innovando, mejorando su calidad de servicio y adaptándose a las necesidades cambiantes del mercado para mantener y mejorar su posición en el competitivo mercado de telecomunicaciones. En Guatemala se tiene hasta julio del 2023 un aumento en las telecomunicaciones estable siendo el 2021 donde creció un 8.5% manteniéndose estable.⁵ La creciente demanda de servicios de internet de alta velocidad, televisión por cable, y soluciones móviles ha impulsado las ventas de Conmuvox. Con el aumento del teletrabajo y la educación en línea, la necesidad de conexiones estables y rápidas se ha incrementado.

Ilustración 5, Gráfica del crecimiento en la telefonía en Guatemala



Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

⁵ (SIT, 2023)

B.4. Participación en el mercado

La participación de mercado es un aspecto crucial para entender su posición y competitividad en la industria de telecomunicaciones del país. Conmuvox ha establecido una presencia significativa en el mercado. Su amplia cobertura, diversificación de servicios, y continuas inversiones en tecnología le permiten mantener y potencialmente aumentar su cuota de mercado. Sin embargo, debe continuar mejorando la calidad del servicio y adaptando sus estrategias para enfrentar la competencia y aprovechar las oportunidades de crecimiento en el mercado de servicios digitales. Actualmente cuenta con el 79.73% de líneas convirtiéndose en la empresa de telecomunicaciones con el mayor número de líneas fijas distribuidas en el país y un 43.30% de las líneas móviles del país por debajo de las empresas de telecomunicaciones tradicionales, siendo así una de las empresas grandes en el área de telecomunicaciones en Guatemala⁶.

Tabla 1, Operadores inscritos

OPERADORES DE RED LOCAL INSCRITOS	
Actualizados 2023	
N° ORL	Operador
ORL-02	Cablenet, S.A.
ORL-04	Comunicaciones Celulares, S.A.
ORL-07	A-Tel Communications, S.A.
ORL-08	Telecomunicaciones de Guatemala, S.A.
ORL-10	Teléfonos del Norte, S.A.
ORL-11	Claro Guatemala, S.A.
ORL-15	Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones
ORL-33	Columbus Networks de Guatemala, Limitada

Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

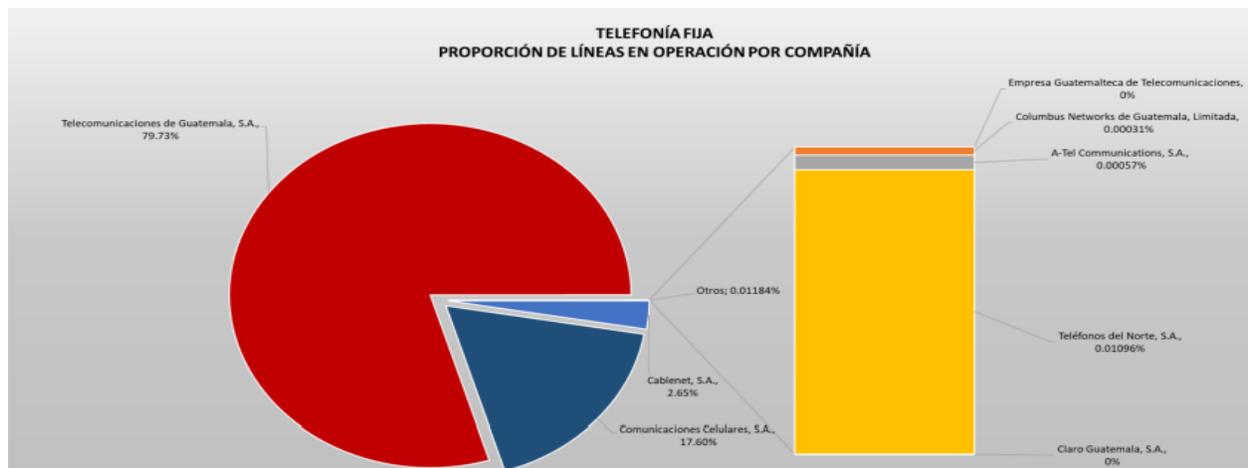
⁶ (SIT, 2023)

Tabla 2, Participación en el mercado de telefonía fija

TELEFONÍA FIJA - LÍNEAS EN OPERACIÓN		
OPERADOR	LÍNEAS EN OPERACIÓN	PROPORCIÓN POR COMPAÑÍA
Teléfonos del Norte, S.A. *	210	0.0110%
A-Tel Communications, S.A.	11	0.0006%
Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones	0	0%
Cablenet, S.A.	50,779	2.65%
Columbus Networks de Guatemala, Limitada **	6	0.0003%
Claro Guatemala, S.A. ***	0	0.00%
Comunicaciones Celulares, S.A.	337,377	17.60%
Telecomunicaciones de Guatemala, S.A.	1,528,079	79.73%
TOTAL	1,916,462	100.00%
* Adicionalmente posee 40 líneas en operación de telefonía satelital		
** Líneas fijas de testeo VoIP		
*** El Operador cedió sus recursos de numeración a Telecomunicaciones de Guatemala, S.A., sin embargo, aún generó y recibió tráfico telefónico parcialmente en enero 2023		

Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

Ilustración 6, Gráfica proporción de líneas fijas



Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

Tabla 3, Participación en el mercado telefonía móvil

TELEFONÍA MÓVIL - LÍNEAS EN OPERACIÓN		
OPERADOR	USUARIOS EN OPERACIÓN	PROPORCIÓN POR COMPAÑÍA
Claro Guatemala, S.A. *	0	0.00%
Comunicaciones Celulares, S.A.	11,669,384	56.70%
Telecomunicaciones de Guatemala, S.A.	8,911,899	43.30%
TOTAL	20,581,283	100.00%

* El Operador cedió sus recursos de numeración a Telecomunicaciones de Guatemala, S.A., sin embargo, aún generó y recibió tráfico telefónico parcialmente en enero 2023

Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

Ilustración 7, Gráfica proporción de líneas móviles



Fuente: Gerencia de regulación de telefonía, boletín estadístico SIT julio 2023

B.5. Tecnología de la empresa y tecnología del mercado

Tabla 4, Comparativa de las tecnologías

Tecnología de la empresa	Tecnología del mercado
Actualmente Conmuvox está introduciendo la tecnología 5G para la red móvil y una de las novedades es la incorporación de la ESIM en los teléfonos celulares, en el área de la telefonía fija. Avanza muy rápidamente en la instalación de la tecnología GPON que incorpora fibra óptica hasta los hogares guatemaltecos con grandes velocidades.	En países como Japón ya se están realizando pruebas de la tecnología 6G, los gigantes de las telecomunicaciones en Japón ya experimentan con 6G, también tenemos la transferencia de datos satelital la empresa STARLINK cuenta con una constelación de satélites geoestacionarios, teniendo así la facilidad de poner conectarse y tener internet en cualquier parte del mundo.

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, julio 2024

B.6. Procesos fundamentales de la empresa con problemas

- Atención al cliente

Los clientes a menudo experimentan largos tiempos de espera al intentar comunicarse con el servicio al cliente

Problemas de comunicación clara y efectiva con los clientes, lo que puede causar malentendidos y frustración.

- Marketing y ventas

Estrategias de marketing que no logran captar nuevos clientes o retener a los existentes.

Alta Competencia en precios y ventas en el área rural.

C. Hallazgos y evidencias

Los hallazgos servirán para identificar hechos o circunstancias que permitan identificar incidencias que impidan una buena gestión en la empresa, por lo cual se utilizó una encuesta realizada en la aplicación GOOGLE Forms⁷ la cual es gratuita, se tomó una muestra de 14 encuestados con un universo de 15 empleados existentes en el departamento de supervisión de sistemas de conmutación de la empresa Conmuvox área metropolitana, a continuación, se muestran los resultados de dicha encuesta a través de gráficas estadísticas con su respectiva interpretación.

C.1. Hallazgos

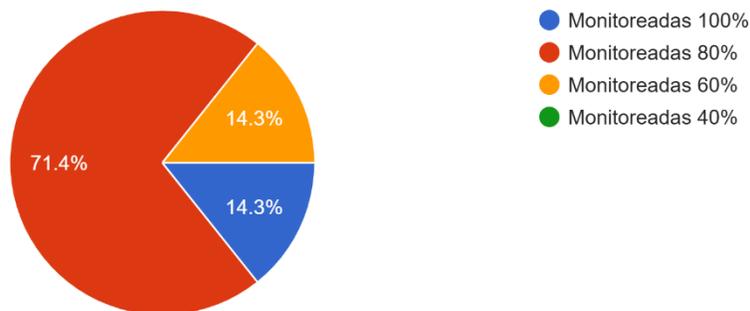
C.1.1. Hallazgo No. 1:

El color verde (0%) no tuvo injerencia en la encuesta.

Ilustración 8, Gráfica hallazgo No.1

¿En que porcentaje se tienen monitoreadas las alarmas externas en CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



Fuente: Encuesta realizada a 14 colaboradores de conmutación, a través de Google Forms <https://forms.gle/xzBQigbwbfFyKgZK7>, julio 2024.

⁷ (Calderón, Formularios Google, 2024)

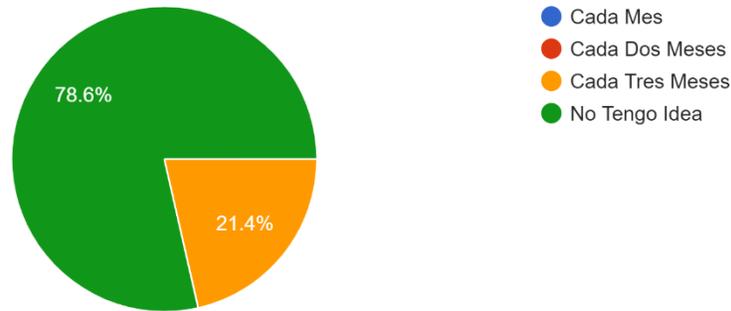
C.1.2. Hallazgo No. 2:

El color azul (0%) y el color rojo (0%) no tuvieron injerencia en la encuesta.

Ilustración 9, Gráfica hallazgo No.2

¿Cada cuanto se cambian las baterías AA que utilizan los sensores de temperatura en CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



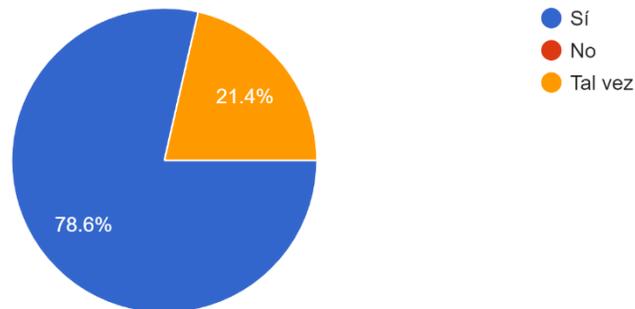
C.1.3. Hallazgo No. 3:

El color rojo (0%) no tuvo injerencia en la encuesta.

Ilustración 10, Gráfica hallazgo No.3

¿Considera que las alarmas de alta temperatura y humedad son esenciales para el buen funcionamiento de los equipos de conmutación de CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



Fuente: Encuesta realizada a 14 colaboradores de conmutación, a través de Google Forms <https://forms.gle/xzBQigbwbfFyKgZK7>, julio 2024.

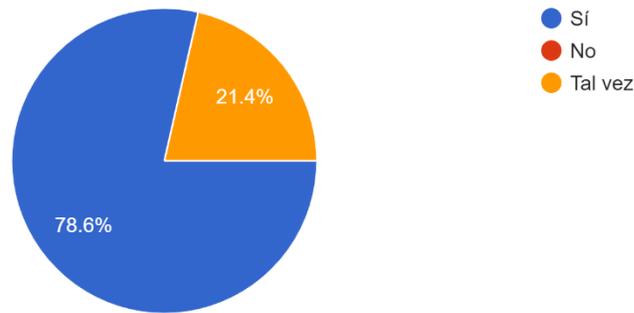
C.1.4. Hallazgo No. 4:

El color rojo (0%) no tuvo injerencia en la encuesta.

Ilustración 11, Gráfica hallazgo No.4

¿Considera la opción de tener un sistema de alarmas de alta temperatura y humedad con respaldo de energía para que detecte alarmas reales en CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



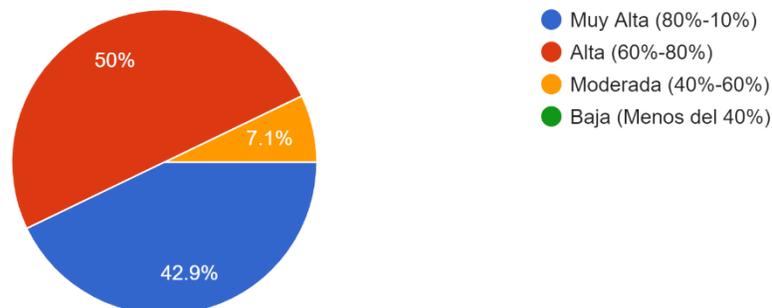
C.1.5. Hallazgo No. 5:

El color verde (0%) no tuvo injerencia en la encuesta

Ilustración 12, Gráfica hallazgo No.5

Basado en su experiencia, ¿Cuál es la probabilidad que existan alarmas de alta temperatura en los sistemas de CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



Fuente: Encuesta realizada a 14 colaboradores de conmutación, a través de Google Forms <https://forms.gle/xzBQigbwbfFyKgZK7>, julio 2024.

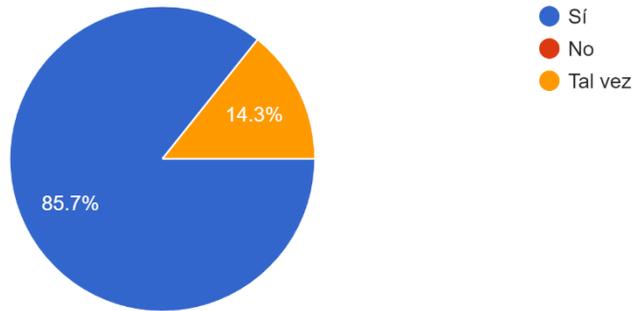
C.1.6. Hallazgo No. 6:

El color rojo (0%) no tuvo injerencia en la encuesta.

Ilustración 13, Gráfica hallazgo No.6

¿Considera usted que los sensores de alta temperatura son fácilmente alterados en el SET TO por personal interno y externo en CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



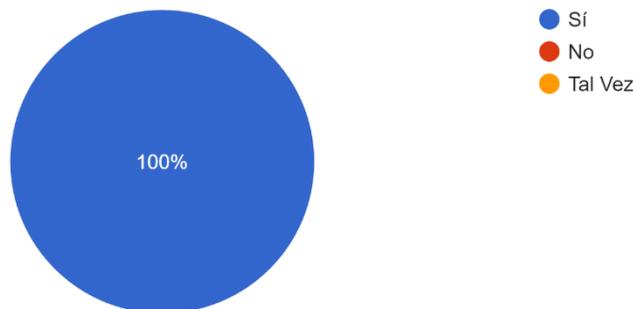
C.1.7. Hallazgo No. 7:

El color rojo (0%) y color amarillo (0%) no tuvieron injerencia en la encuesta.

Ilustración 14, Gráfica hallazgo No.7

¿Considera que al detectar alarmas reales de alta temperatura se evitarían visitas en falso y así poder atender fallas de mayor importancia en CONMUVOX área metropolitana?

14 respuestas



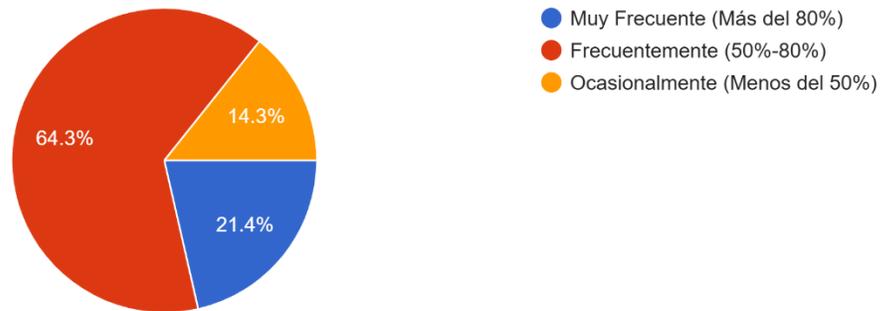
Fuente: Encuesta realizada a 14 colaboradores de conmutación, a través de Google Forms <https://forms.gle/xzBQigbwbfYKgZK7>, julio 2024.

C.1.8. Hallazgo No. 8:

Ilustración 15, Gráfica hallazgo No.8

Basado a su experiencia, ¿Con que frecuencia ocurren alarmas falsas de alta temperatura en el área Metropolitana de CONMUVOX?

14 respuestas



Fuente: Encuesta realizada a 14 colaboradores de conmutación, a través de Google Forms <https://forms.gle/xzBQigbwbfFyKgZK7>, julio 2024.

C.2. Evidencias

C.2.1. Evidencia No. 1:

Los sensores de alta temperatura se quedan sin batería y envían una alarma indicando que existe alta temperatura, pero no es una alarma real solamente el sensor dejó de funcionar debido a que se quedó sin baterías.

Ilustración 16, Fotografía evidencia No.1



Fuente: Elaboración propia, tomada con cámara propia, julio 2024

Ilustración 17, Fotografía evidencia No.1.1



Fuente: Elaboración propia, tomada con cámara propia, julio 2024

C.2.2. Evidencia No. 2:

Los sensores de alta temperatura son manipulados en el SET TO con el objetivo de no enviar la alarma al gestor esto se realiza cuando se tiene un problema en el aire acondicionado o cuando se realiza mantenimiento, pero regularmente es olvidado dejar el SET TO en la temperatura indicada, esto provoca un riesgo inminente que la sala presente alta temperatura y el sensor no envíe la alarma correspondiente.

Ilustración 18, Fotografía evidencia No.2



Fuente: Elaboración propia, tomada con cámara propia, julio 2024

Ilustración 19, Fotografía evidencia No.2.1



Fuente: Elaboración propia, tomada con cámara propia, julio 2024

C.2.3. Evidencia No. 3:

En ocasiones los equipos de conmutación quedan fuera de servicio, por problemas como el de alta temperatura, como se aprecia en la ilustración de la evidencia No.3 el equipo quedó fuera de servicio debido a problemas por alta temperatura en sala de conmutación, en la captura de pantalla de la evidencia No.3.1 se puede apreciar la alarma previa a la caída del equipo.

Ilustración 20, *Captura de pantalla, evidencia No.3*

```
19/01/2023 21:43:55 Guatemala/  
Centro America (TEMIP USER  
LIAISON):  
RUTA FUERA DE SERVICIO O CON  
DISPOSITIVOS BLOQUEADOS HACIA  
RUTA MMAC2UO RECEPTOR DE  
CODIGO_EN_GVNUGTMM_COLONIA  
MONTE MARIA_U.R.
```

Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla obtenida a través de Service Manager, enero 2023

Ilustración 21, *Captura de pantalla, evidencia No.3.1*

```
AL/EXT "EC2  L CARME" 386 230119 1520 H'0353-001D  
EXTERNAL ALARM  
ALTA TEMPERATURA SALA CX  
MMARI _GVNUGTMM  
  
END
```

Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla obtenida a través de Winfiol, enero 2023

D. Propuesta de solución

D.1. Definición del problema

Con base a los datos estadísticos obtenidos a través de la encuesta realizada, se puede inferir que las alarmas externas de alta temperatura y humedad son importantes para el buen funcionamiento de los diferentes equipos de telecomunicaciones, a continuación, se detallan las causas que provoca el no tener un sistema de alarmas externas funcionando correctamente.

D.2. Incidencia del problema

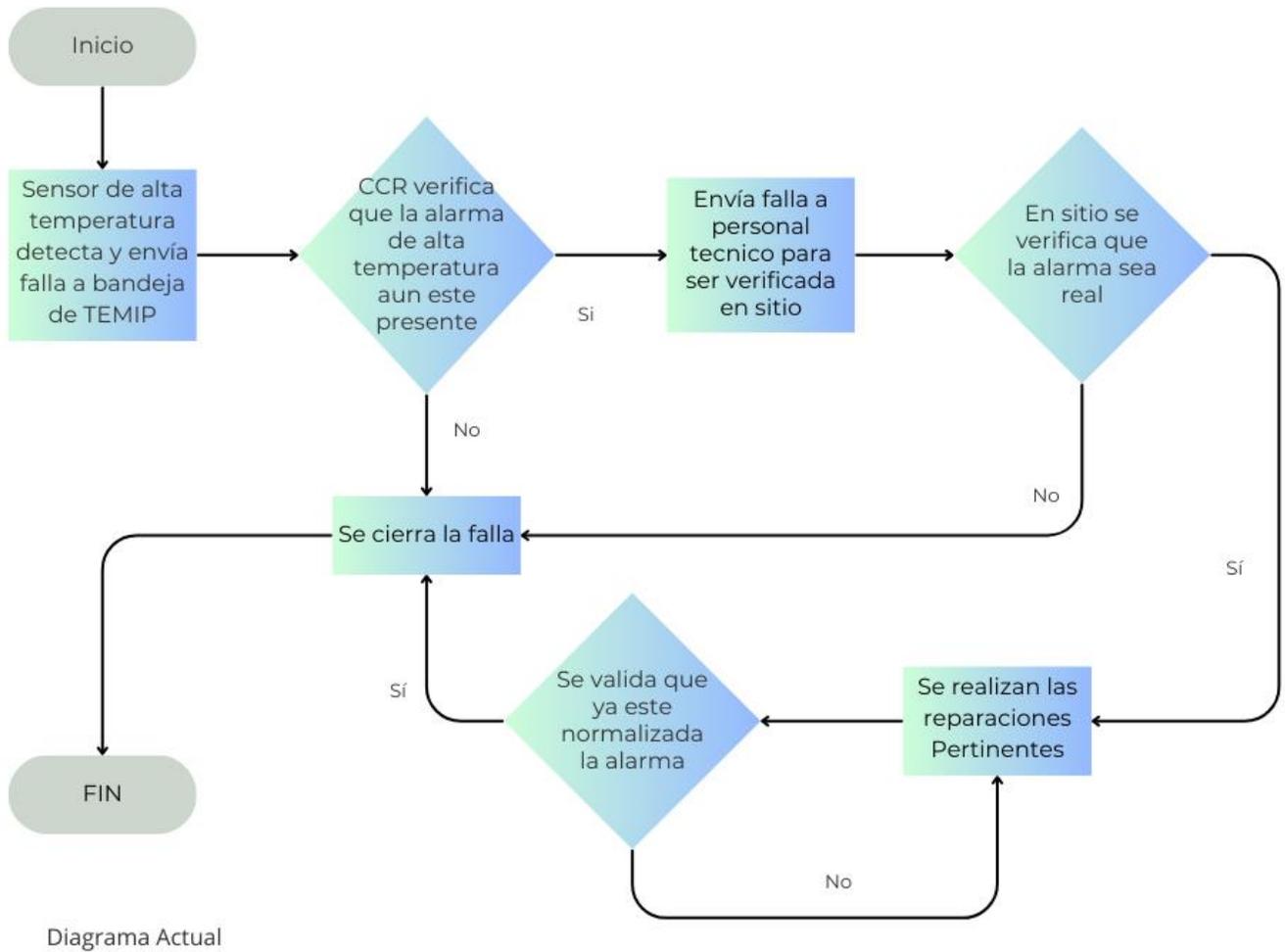
- Riesgo de daño grave en equipos de conmutación por sobre calentamiento.
- Caída del servicio de la telefonía fija.
- Visitas en falso a lugares alejados de la sede y con afluencia de tráfico.
- Reducción de vida útil de los equipos de conmutación al estar expuestos constantemente a altas temperaturas.
- El cambio de baterías en los sensores no se realiza a tiempo.
- Desconexiones frecuentes de usuarios afectando la disponibilidad y la calidad del servicio.

D.3. Descripción del problema u oportunidad

El proceso para verificar, notificar y atender una alarma de alta temperatura y humedad actualmente conlleva mayor tiempo, por la cantidad de alarmas que se tienen a nivel país área metropolitana, lo que permite que los equipos se sobrecalientan, causando interrupciones en la telefonía fija, daño de los equipos en su electrónica y acortando la vida útil de los equipos. también puede incurrir en visitas en falso y pérdida de tiempo para atender fallas de mayor prioridad.

D.4. Diagrama de flujo del proceso actual

Ilustración 22, Diagrama de flujo (Proceso actual)



Fuente: Elaboración propia, realizado a través de CANVAS, <https://www.canva.com>⁸, agosto 2024.

⁸ (Calderón, CANVA, 2024)

D.5. Desventajas de no resolver el problema identificado

D.5.1. Desventajas a corto plazo

- Apagado de equipos por sobrecalentamiento interrumpiendo el servicio
- Visitas en falso dejando de atender fallas de mayor prioridad
- Gasto innecesario de OPEX (Operating Expenditure) por visita fallida.
- No poder diferenciar entre una alarma real o una alarma falsa.
- Cortocircuitos en la electrónica de los equipos.
- Los equipos afectados por altas temperaturas pueden operar de manera ineficiente, reduciendo su rendimiento.

D.5.2. Desventajas a largo plazo

- Acelerar el desgaste de los componentes electrónicos.
- Afecta la calidad y la eficiencia de la red.
- Reduce la vida útil de los equipos y componentes de la red.
- Clientes insatisfechos debido a las fallas constantes de los equipos de telecomunicaciones, lo que provoca pérdida de clientes.
- Aumenta la frecuencia de reemplazos y reparaciones de componentes electrónicos y equipos.
- Visitas en falso de personal externo (contratado) lo que equivale a pérdida de tiempo y costos operativos.
- Mayor consumo de OPEX por alto índice de visitas fallidas.

D.6. Matriz de decisión proveedores

Tabla 5, Matriz de decisiones proveedores

Numeral	Descripción
1	Cuenta con el servicio
0	No cuenta con el servicio

Criterios	La Electrónica ⁹	Electrónica BP ¹⁰	Electrónica R&CH ¹¹
Disponibilidad de Inventario (mayor a 12 unidades por producto)	0	1	1
Página web con precios y fotografías reales	1	1	1
Tiempo de entrega en menos de 1 día	0	1	1
Garantía por defectos de fabrica	1	0	0
Certificados de calidad de sus productos	0	0	1
Opciones de pago (cheque, transferencia, depósito)	1	1	1
Antigüedad y estabilidad del negocio	0	1	1
Puntaje / Total	3/7	5/7	6/7

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024.

⁹ (La Electrónica, 2024)

¹⁰ (Electrónica BP, 2024)

¹¹ (Electrónica R&CH, s.f.)

D.7. Matriz de decisión tecnología

Tabla 6, Matriz de decisiones tecnología

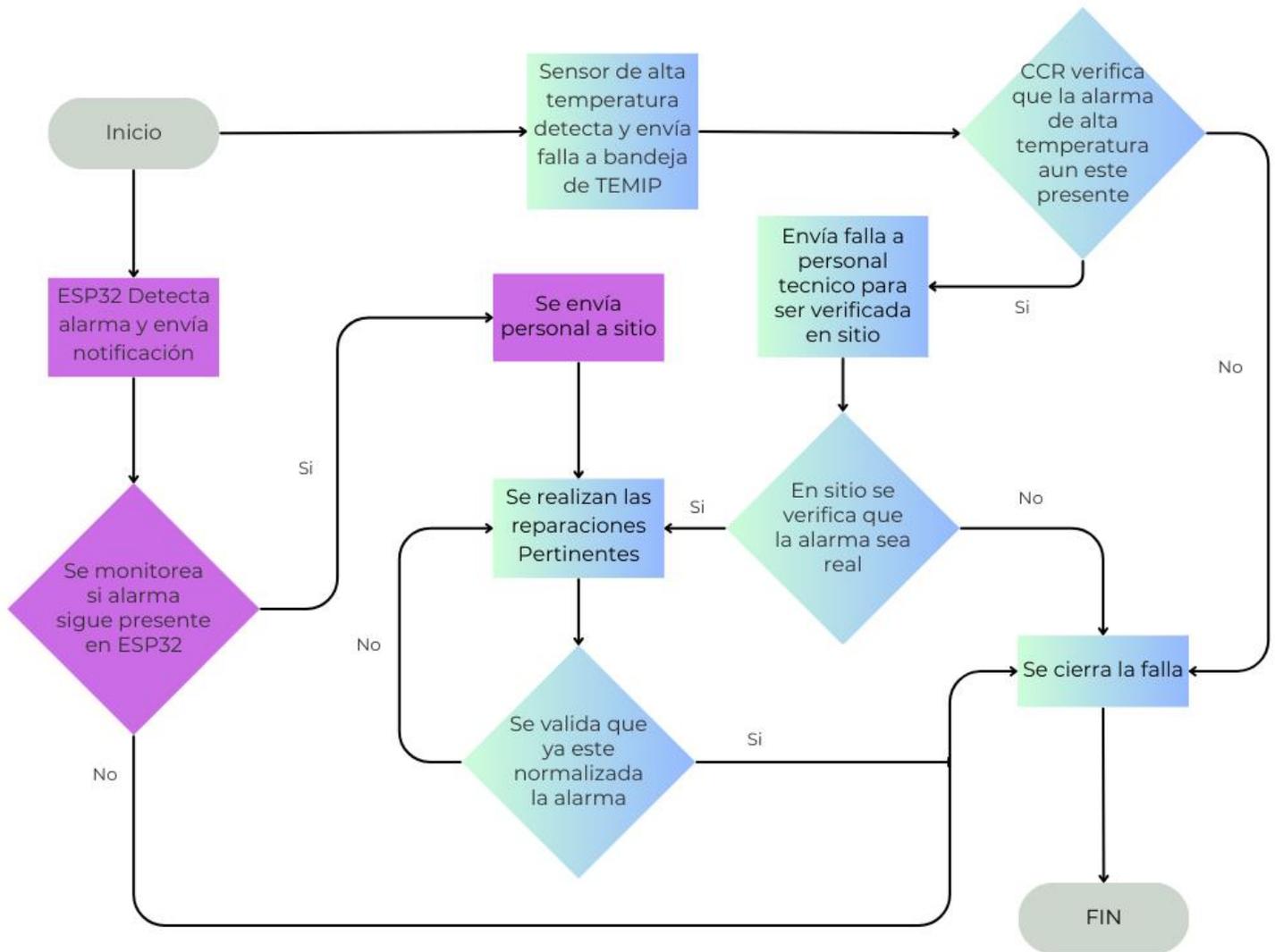
Numeral	Descripción
1	Cuenta con el servicio
0	No cuenta con el servicio

Crterios	ESP32	Raspberry Pi Pico	ESP8266
Costo en un rango de (Q75.00 hasta Q100.00)	1	0	1
Interfaz de Programación (como C/C++ y Micro Python)	1	1	1
Temperatura de trabajo en rango de (-40°C a 85°C)	1	0	1
Velocidad de reloj de 240HZ	1	1	0
Conectividad con módulo LORA RA-02	1	1	1
Potencia y rendimiento en un alcance de mínimo 8 kilómetros	1	1	0
Soporte oficial y en comunidades	1	0	1
Puntaje / Total	7/7	4/7	5/7

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024

D.8. Diagrama de flujo solución propuesta

Ilustración 23, Diagrama de flujo (Propuesta)



Fuente: Elaboración propia, realizado a través de CANVAS, <https://www.canva.com>¹², agosto 2024

¹² (Calderón, CANVA, 2024)

E. Factibilidad técnica

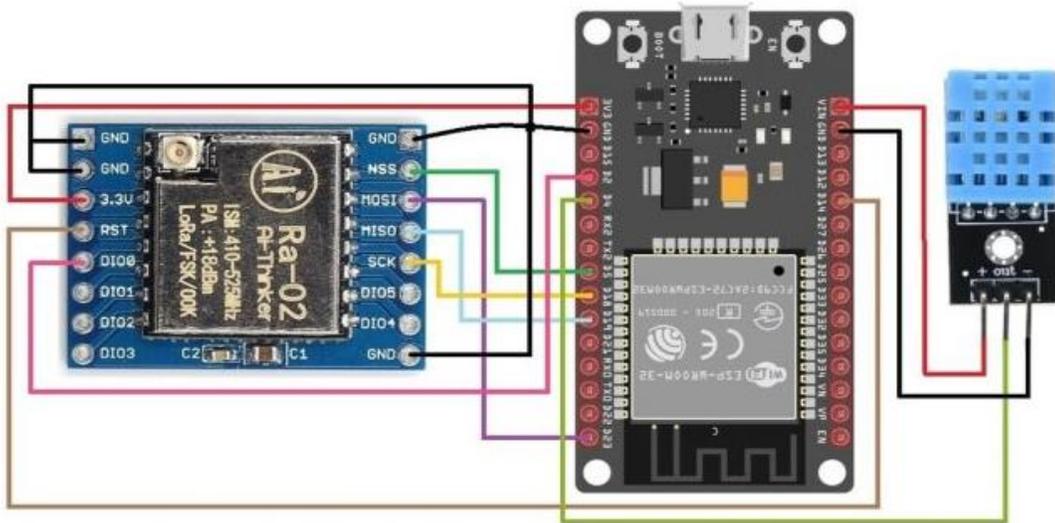
E.1. Hardware

Un hardware es la parte física de un sistema que conforma todos los elementos tangibles que participan en el funcionamiento de un dispositivo electrónico¹³.

E.1.1. Circuito transmisor.

Este circuito se encargará de enviar las lecturas del sensor DHT11 el cual detecta la temperatura y humedad del ambiente, a través del módulo lora RA-02 inalámbricamente hacia otra antena Lora RA-02 que funciona como receptor.

Ilustración 24, Diagrama circuito transmisor

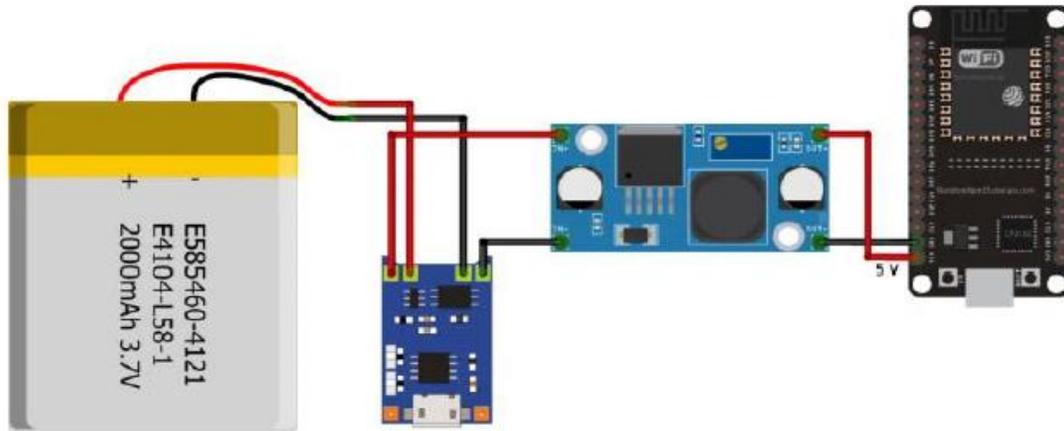


Fuente: Elaboración propia, a través de Tinkercad¹⁴ <https://www.tinkercad.com>, agosto 2024.

¹³ (CEUPE, s.f.)

¹⁴ (TINKERCAD, s.f.)

Ilustración 26, Diagrama circuito respaldo de energía

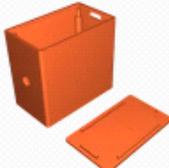
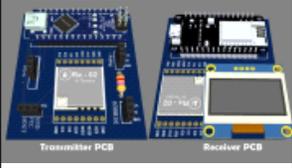


Fuente: Elaboración propia, a través de Tinkercad¹⁶ <https://www.tinkercad.com>, agosto 2024.

Tabla 7, Descripción de hardware

Descripción	Características	Uso	Fotografía de referencia
Modulo ESP 32	ESP32-WROOM-32 es un potente módulo genérico Wi-Fi + BT + BLE MCU que se dirige a una amplia variedad de aplicaciones.	Recolección de datos de las antenas Lora se utilizara un ESP32 como master siendo un servidor web y en el sitio Otro ESP32 que se configurar de esclavo	
LORA RA-02	Es un módulo de transmisión inalámbrico basado en el transceptor inalámbrico SXTEC SX1278.	Recolección y transmisión de datos inalámbricos	
TP4056	Es un pequeño modulo para cargar baterías de Litio o LiPo de una celda 1S, con protección dual.El modulo tiene un puerto Micro USB o Tipo C que permite ingresar voltaje de entrada de 5V para cargar la batería	En cargado de conmutar entre la alimentación de entrada y la batería de litio.	

¹⁶ (TINKERCAD, s.f.)

LM2596	Tiene como función entregar un voltaje de salida constante inferior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga	Regula el voltaje de la alimentación del circuito	
Bateria de Litio	Esta batería recargable de polímero de iones de litio se puede utilizar en diferentes proyectos, gracias a que su peso es bajo y su diseño es delgado.	Fuente de alimentación para respaldo del circuito	
DHT11	Es un sensor que se utiliza para medir la temperatura y la humedad relativa del ambiente en el que se encuentra.	Encargado de dar lectura de la temperatura y humedad del ambiente	
Case	Esta diseñado especialmente para la aplicación la cual se le dara con orificios especiales para los componentes electronicos y con el espacio suficiente	Encargado de albergar todos los componentes electronicos	
PCB	Placa de circuito para colocar los los componentes electronicos, desarrollada en el entorno de PCB WAY	Encargado de interconectar todos los componentes electronicos	
Pantalla OLED	Conocidas por su excelente calidad de imagen en diferentes tamaños	Encargada de mostrar información del ESP32 maestro	
Terminal Block 2 tornillos	Terminal Block o Bornera 2 tornillos Distancia entre Pines: 5mm	Encargado de realizar la conexión de la batería	
Espaciadores o separadores M3	Especialmente usados para Raspberry Pi, Orange Pi, o cualquier placa electrónica.	Encargado de fijar el modulo transmisor del lado del sitio	

Fuente: Elaboración propia, a través de Excel, agosto 2024.

E.2. Software

El software es un conjunto de reglas o programas que dan instrucciones a un ordenador para que realice tareas específicas. También se conoce como aplicaciones de software, paquetes de software y programas de software¹⁷. Del mismo modo se hará uso de librerías las cuales son una colección de funciones que incluye de una manera muy sencilla y explícita en tu sketch y que proporciona una cierta funcionalidad específica¹⁸.

Tabla 8, Descripción de software

Descripción	Características	Uso
Arduino IDE	Se denomina Integrated Development Environment (IDE) el cual permite llevar a cabo la escritura de las sentencias para el funcionamiento de los elementos físicos de la placa de Arduino.	Entorno de programación para configurar la placa ESP32
Librería DHT11	Conjunto de códigos prescritos para la utilización del sensor DHT11	Configurar el sensor DHT11
Librería LORA	Conjunto de códigos prescritos para la utilización de las antenas LORA	Configurar las antenas LORA de receptor y transmisor
Librería OLED	Conjunto de códigos prescritos para la utilización de pantalla OLED	Configurar los datos que mostrara la pantalla OLED
Librería NTPClient	Es un protocolo de red para la sincronización de relojes entre sistemas informáticos a través de redes de datos de latencia variable con conmutación de paquetes.	Para visualizar la hora en que se activa y se normaliza el sensor DHT11

¹⁷ (ARISMETRICS, s.f.)

¹⁸ (PROMETEC, 2023)

Librería ESPAsyncWebServer	Conjunto de códigos prescritos para la utilización del modulo ESP32 en un servidor WEB	Funcionara para construir el modulo ESP32 en un servidor WEB
Librería AsyncTCP	Conjunto de codigos preescritos para la utilizacion del modulo ESP32 en un servidor WEB	Funcionara para construir el modulo ESP32 en un servidor WEB
SPIFFS	Es un sistema de archivos diseñado para microcontroladores que tienen una memoria flash incorporada	Permite acceder a la memoria flash del ESP32
ESP32FS-1.0.zip	Contiene el complemento (plugin) del sistema de archivos ESP32 para el Arduino IDE. Este complemento permite cargar archivos en el sistema de archivos SPIFFS o LittleFS del ESP32 directamente desde el entorno de desarrollo Arduino.	Permite crear un sistema de archivos en la memoria flash del ESP32

Fuente: Elaboración propia, a través de Excel, agosto 2024.

E.3. Seguridad

La seguridad de la información constituye un amplio conjunto de medidas multidisciplinares de protección para evitar que una red informática y sus datos sufran algún tipo de vulneración, filtración, publicación de información privada o ataque¹⁹. Además, ayuda a garantizar que los datos confidenciales de la organización estén disponibles para los usuarios autorizados, permanezcan confidenciales y mantengan su integridad²⁰.

¹⁹ (HEWLETT PACKARD, s.f.)

²⁰ (Kosinski, 2024)

Tabla 9, Descripción de seguridad

Descripción	Características	Uso
WPA2-PSK	Asegura la autenticidad y confidencialidad de las comunicaciones inalámbricas	Protección al realizar una conexión WIFI
TLS	Protección Criptográfica diseñada para proporcionar comunicaciones segura a través de la red.	Encriptar los datos transmitidos entre el servidor receptor y el ESP32 transmisor
Secure Boot	Mecanismo de arranque seguro para proteger el firmware de modificaciones no autorizadas	Asegurar que solo el firmware autorizado se el que se ejecute
Gestión de Usuarios	El control de los ESP32 se puede limitar para diferentes niveles por medio de usuarios con privilegio	Limitar el acceso a través de usuarios con privilegios
Control de acceso a sitio	Para ingresar a un sitio de Conmuvox es necesario solicitar una RDA (Requerimiento de Acceso) la cual brinda un código único para solicitar los permisos y llaves para ingresar	Asegurar la integridad física de los componentes electrónicos
Firewall	Filtra el tráfico basándose en varios criterios, como direcciones IP, puertos y protocolos, permitiendo solo el tráfico seguro.	Bloquea el acceso no autorizado al servidor web
VPN	Es una tecnología que crea una conexión segura y cifrada sobre una red menos segura, como internet.	Los usuarios autorizados deben conectarse a la VPN antes de acceder al servidor, y todo el tráfico entre ellos se cifra

Fuente: Elaboración propia, a través de Excel, agosto 2024

E.4. Protocolos de red

Un protocolo de red es un estándar de comunicaciones que contiene las reglas necesarias y la información sobre cómo intercambian datos entre sí²¹.

Tabla 10, Descripción de protocolos

Descripción	Características	Uso	Capa modelo OSI
MQTT	Protocolo de mensajería ligero utilizado para transmitir datos entre servidores y dispositivos	Envío de datos al servidor	7
HTTPS	Protocolo de comunicación en la web	Envío de datos al servidor	7
SSL	Protocolo de red seguro para acceder y administrar servidores remotos de forma segura	Asegurar la conectividad al servidor Web	7
UDP	Protocolo de envío de paquetes de datos sin garantizar la entrega	Para comunicación rápida y de baja latencia	4
SPI	Protocolo de comunicación entre Esp32 y Lora	Comunicación para transmitir y recibir entre Esp32 y lora	2

Fuente: Elaboración propia, a través de Excel, agosto 2024.

E.5. Prototipo del proyecto

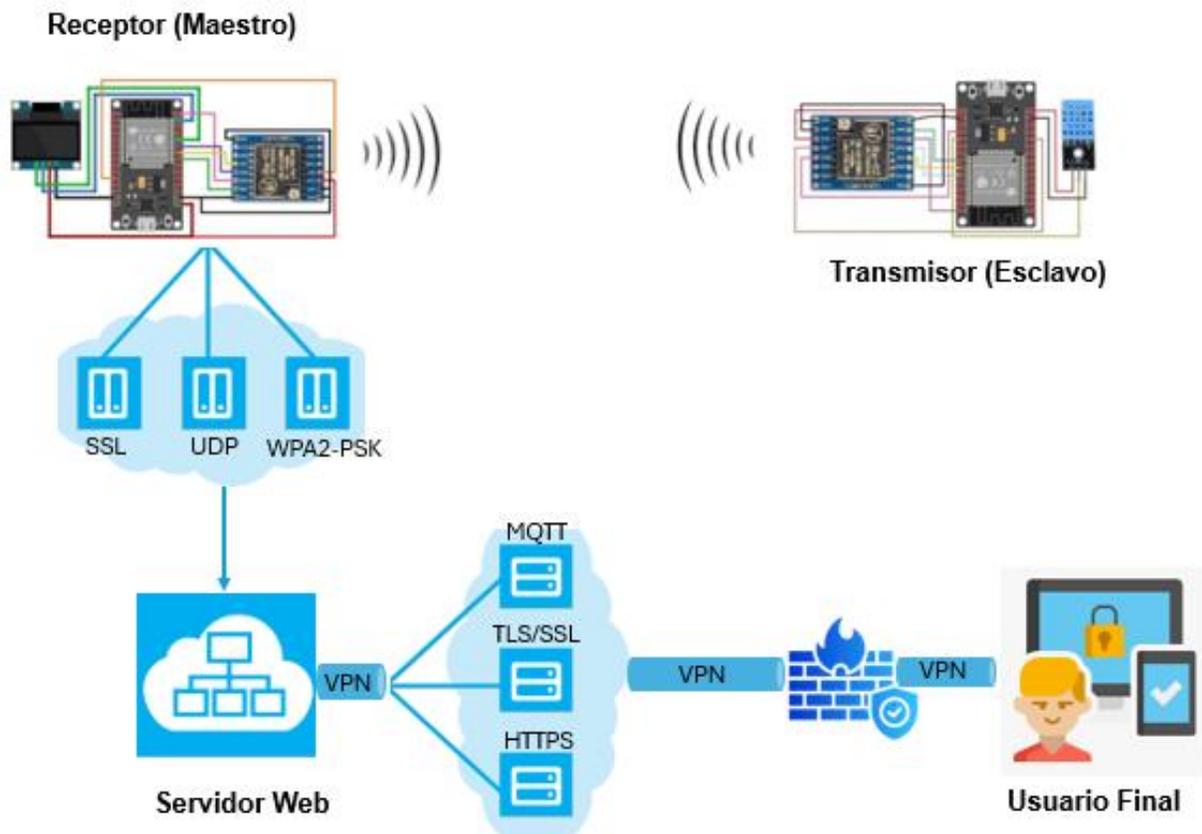
Un prototipo es un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que nos permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteadas. Se utiliza en diversas áreas, como la ingeniería, la tecnología, el diseño industrial y el desarrollo de productos, para probar conceptos, evaluar funcionalidades, identificar posibles problemas y realizar ajustes antes de producir la versión final del producto o sistema²².

²¹ (AUTOMIX, s.f.)

²² (PROTOTIPC, s.f.)

Funcionamiento: Este prototipo se encarga de transmitir datos que genera el sensor temperatura y humedad inalámbricamente, a través de las antenas Lora las cuales se instalan en cada extremo, siendo así el extremo del receptor el que se convertirá en un servidor web para poder visualizar las lecturas en tiempo real.

Ilustración 27, Diagrama de prototipo

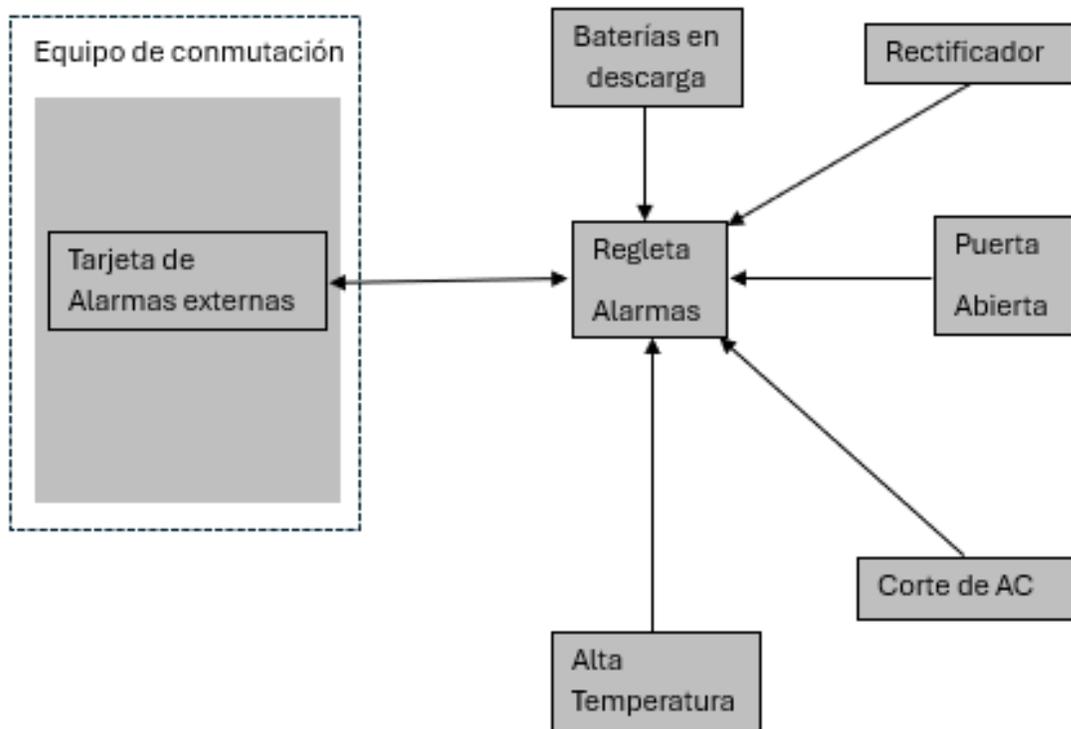


Fuente: Elaboración propia, agosto 2024.

E.6. Diagrama de red antes de la solución

Este tipo de diagrama se utiliza para documentar y entender cómo están configurados los dispositivos, las conexiones y los flujos de datos dentro de una red antes de que se apliquen mejoras, actualizaciones o resoluciones de problemas. En este diagrama se observa cómo se encuentran los equipos y sensores instalados actualmente.

Ilustración 28, *Diagrama de red antes de la solución*

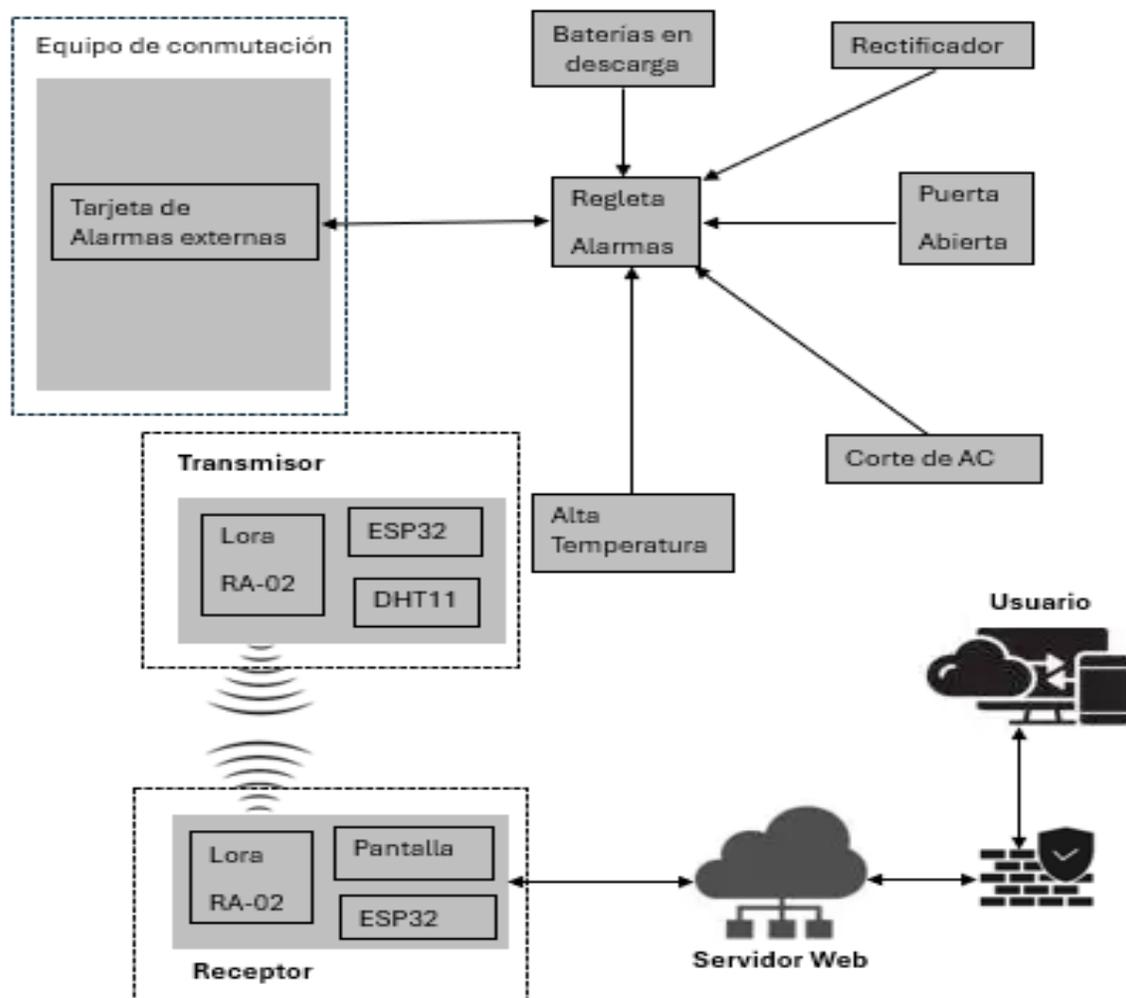


Fuente: Elaboración propia, agosto 2024

E.7. Diagrama de red con solución propuesta

En este diagrama se implementa la solución que se llevará a cabo con la instalación de los módulos receptor y transmisor los cuales se encargaran de transmitir las lecturas del sensor DHT11 inalámbricamente utilizando las antenas Lora, hacia un microcontrolador ESP32 que se configura como un servidor web y así poder observar las lecturas del sensor DHT11 en tiempo real.

Ilustración 29, Diagrama de red con solución propuesta



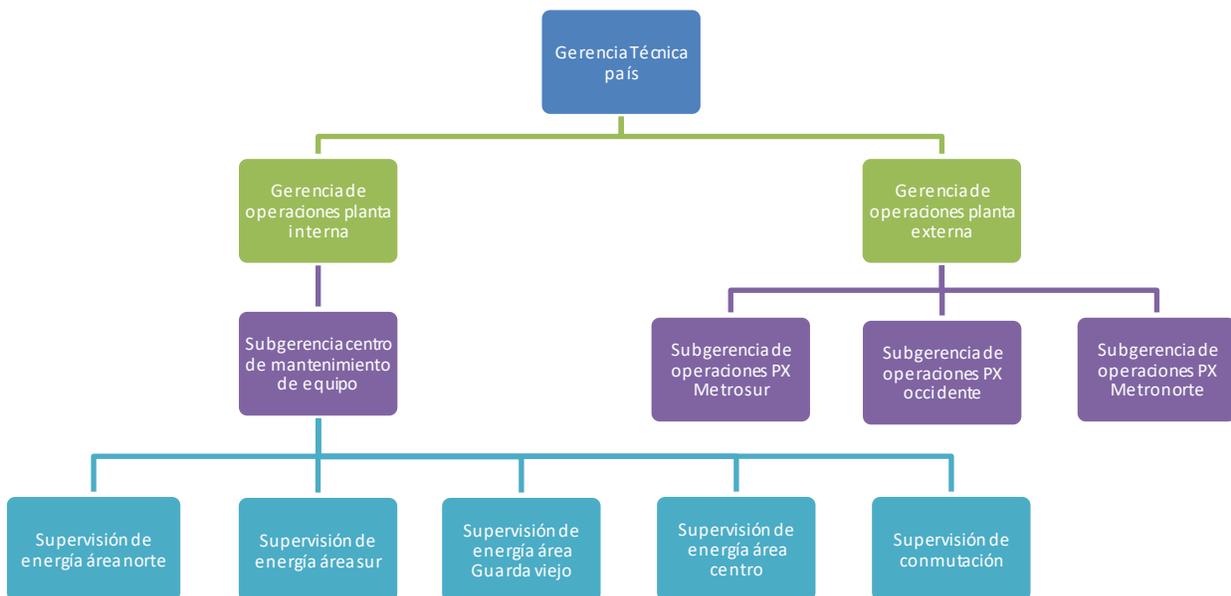
Fuente: Elaboración propia, agosto 2024.

F. Factibilidades administrativa, operativa, legal y ambiental

F.1. Factibilidad administrativa

F.1.1 Organigrama propuesto

Para el desarrollo del proyecto se presenta el organigrama, sin la creación de ningún puesto adicional a los existentes, y se asignan nuevas funciones para que atienda la implementación del nuevo sistema de alarmas de alta temperatura y humedad, perteneciente al departamento de supervisión de sistemas de conmutación.



Fuente: Elaboración propia, recursos humanos, julio 2024.

Ilustración 30, Manual de funciones

I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO
<p>UBICACIÓN ADMINISTRATIVA: Gerencia de operación planta interna</p> <p>PUESTO NOMINAL: Técnico en planta interna.</p> <p>PUESTO FUNCIONAL: Especialista en los sistemas de conmutación y fallas</p> <p>INMEDIATO SUPERIOR: Supervisor técnico en planta interna.</p> <p>SUBALTERNO: Ninguno.</p>
II. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO
1. NATURALEZA
<p>Operar y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a todos los servicios y equipos que comprende la red de telecomunicaciones de planta interna, incluyendo proyectos de modernización, montaje y desmontaje de equipos de telecomunicaciones, con la finalidad de garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos que forman parte de la red.</p>
2. ATRIBUCIONES
2.1 Ordinarias
<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de infraestructura en salas de conmutación.• Cambio de disco para backup en centrales principales.• Cierre de órdenes y tareas asignadas.
2.2 Periódicas
<ul style="list-style-type: none">• Atención a fallas en los diferentes sistemas.• Pruebas de aceptación para la integración de equipos a la red.• Ventanas de mantenimiento.• Desmontaje de equipo obsoleto de conmutación.
2.3 Nuevas Atribuciones
<ul style="list-style-type: none">• Monitoreo de alarmas externas.• Mantenimiento a los sensores de alarmas externas.• Verificar el buen funcionamiento de las alarmas externas.• Instalación de nuevos sensores de alarmas externas en los equipos que lo requieran

Fuente: Elaboración propia, recursos humanos, agosto 2024.

F.3. Factibilidad operativa

Tabla 11, Diagrama de Gantt implementación

No.	Actividad	Ant.	Semanas													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Presentación de propuesta y aprobación del proyecto.	0	■													
2	Cotización de los elementos electrónicos necesarios para el proyecto	1		■												
3	Autorización de presupuesto y recolección de cheques para iniciar compras.	2		■	■											
4	Compra de equipos electrónicos y almacenaje en bodegas internas del departamento de supervisión de conmutación.	3				■	■									
5	Configuración de los equipos.	4						■	■							
6	Instalación de los equipos en los sitios requeridos	5							■	■	■					
7	Pruebas de funcionamiento de los equipos.	5,6										■	■	■		
8	Entrega del proyecto.	7												■	■	

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla en Word, agosto 2024.

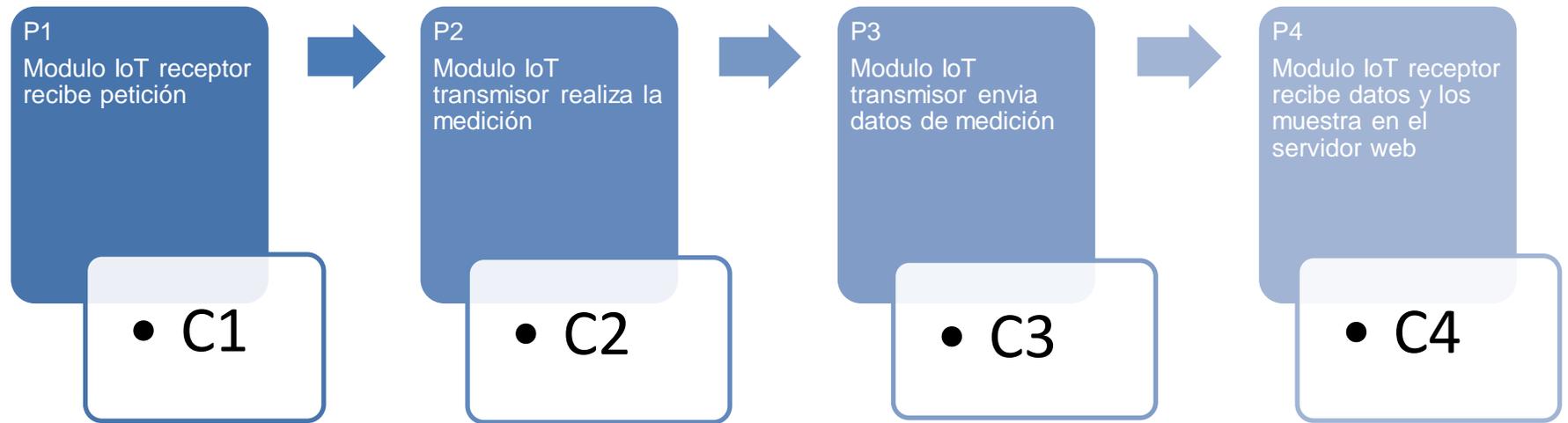
Tabla 12, Diagrama de Gantt capacitación

No.	Actividades	Ant.	Horas										
			1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Presentación general del nuevo sistema		■										
2	Demostración lógica del sistema implementado (configuraciones necesarias)	1		■	■								
3	Demostración física del sistema implementado (ubicación correcta de instalación acuerdo al flujo del aire)	1				■	■						
4	Demostración del funcionamiento del servidor web donde se podrán visualizar las lecturas del sensor instalado	2,3							■	■			
5	Resolución de dudas	4											■

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla en Word, agosto 2024.

F.3.1 Planes de contingencia

Ilustración 31, *Análisis de riesgo y establecimiento de controles*



Símbolo (letra #)	Descripción
P	Proceso
C	Punto de control

Fuente: Elaboración propia, a través de Word, agosto 2024

Tabla 13, Rastreo de auditoría

Rastreo de auditoría				
Paso del sistema	P1	P2	P3	P4
Punto de control	C1	C2	C3	C4

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024

Tabla 14, Puntos de control

Puntos de control		
Control	Tipo	Descripción
C1	Detectivo	Verificación física que el módulo IoT receptor no tenga daños visibles y se encuentre bien conectado a la señal WIFI.
C2	Detectivo	Verificar que el módulo IoT se encuentre bien ubicado respecto al flujo de aire.
C3	Detectivo	Verificar que no exista interferencia en la línea vista hacia el receptor.
C4	Detectivo	Verificar que la pantalla del módulo IoT muestre los datos para luego consultarlos en el servidor web.

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024

Tabla 15, Análisis de contingencia

Tabla de análisis de contingencia				
Paso	Descripción	Contingencia	Solución	Tipo
1	Pérdida de comunicación de los módulos	Los módulos están energizados, pero no se comunican	Verificar que las antenas se encuentren conectadas	Inspección
2	No se visualizan las lecturas	No se pueden visualizar las lecturas en el servidor web	Verificar que el módulo receptor se encuentre conectado a la red WIFI	Inspección
3	El módulo presenta intermitencia	Se observa acumulación de polvo y suciedad en el módulo transmisor	Desmontar el módulo y realizar una limpieza	Preventivo
4	El módulo presenta daños físicos	Se observan daños físicos en alguno de los módulos (receptor o transmisión)	Desmontar el módulo, instalación de uno nuevo y desechar el dañado	Correctivo

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024

Tabla 16, Llamadas

Tabla de llamadas				
P#	A quien	Puesto	Teléfono	Correo
1	Técnico de fallas	Técnico planta interna	5826-XXXX	@conmuvox.com.gt
2	Supervisor técnico	Supervisor técnico planta interna	5826-XXXX	@conmuvox.com.gt
3	Subgerente técnico	Subgerente planta interna	5826-XXXX	@conmuvox.com.gt

Fuente: Elaboración propia, a través de una tabla en Word, agosto 2024.

F.4. Factibilidad legal

La implementación del sistema será el monitoreo de alarmas externas de alta temperatura y humedad, tiene fundamentos legales como los que se describen a continuación.

- Licenciamiento del Software: El software a utilizar para el desarrollo en la implementación del sistema posee licencia de código abierto.
- Ley General de Telecomunicaciones, Superintendencia de Telecomunicaciones, Guatemala²³
- Código Penal de Guatemala²⁴

Decreto 94-96 título III Condiciones de operación capítulo 3.

- Artículo 26 Interconexión: La interconexión de redes comerciales de telecomunicaciones será libremente negociada entre las partes, salvo lo indicado en el artículo 27. Ningún operador podrá interconectar equipos que ocasionen daño a equipos en uso.

Se entiende por interconexión, la función mediante la cual se asegura la operabilidad entre redes, de tal modo que se pueda cursar tráfico de telecomunicaciones entre ellas. La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá exigir a los operadores o proveedores de telecomunicaciones públicas que registren los contratos de interconexión que celebren dentro del plazo máximo de veinte días después de su requerimiento. Para este efecto, deben remitir a la Superintendencia, copia autenticada del documento y documentos pertinentes. Los contratos de interconexión no están sujetos a solemnidades o formalidades especiales.

*Adicionados los párrafos tercero y cuarto por el Artículo 23, del Decreto Del Congreso Número 11-2006 el 30-05-2006²⁵.

²³ (SIT, 2023)

²⁴ (Judicial, s.f.)

²⁵ (Congreso de la República de Guatemala, s.f.)

Decreto 94-96 título I Espectro radioeléctrico capítulo 1.

- Artículo 50 Uso del espectro radioeléctrico: Al espectro radioeléctrico también se le conoce con los nombres de ondas electromagnéticas, ondas de radio o hertzianas y frecuencias radioeléctricas. Su uso, aprovechamiento y explotación únicamente podrá realizarse de acuerdo con lo prescrito en esta ley.
- Artículo 51 Clasificación: Las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico se clasifican de la siguiente manera:
 - a) Bandas de frecuencias para radioaficionados: Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que pueden ser utilizadas por radioaficionados, sin necesidad de obtener derechos de usufructo.
 - b) Bandas de frecuencias reservadas: Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico destinadas para uso de los organismos y entidades estatales.
 - c) Bandas de frecuencias reguladas: Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que no se contemplan en esta ley como bandas para radioaficionados o reservadas. Sólo podrán utilizarse adquiriendo previamente los derechos de usufructo.
- Artículo 53 Protección contra interferencias:²⁶ Las personas individuales o jurídicas que posean títulos de usufructo de frecuencias y que en algún momento sufran interferencias radioeléctricas, podrán denunciarlas a la Superintendencia, proporcionándole un informe técnico emitido por una entidad acreditada por la misma para la supervisión del uso del espectro radioeléctrico. Las disposiciones internas de la Superintendencia determinarán la forma en que se acreditará a las entidades supervisoras del espectro radioeléctrico. La Superintendencia notificará la denuncia al presunto causante de la interferencia, quien en un plazo no mayor de diez (10) días de haber sido notificado, expondrá los hechos y aportará las pruebas que considere oportunas. Entre ellas deberá incluir un informe técnico emitido por una entidad acreditada para la supervisión del uso del espectro radioeléctrico.

²⁶ (Infile Leyes, s.f.)

Transcurrido el plazo anterior, la Superintendencia con los informes técnicos respectivos, deberá pronunciarse dentro del plazo de diez (10) días contados a partir de la fecha en que el presunto causante presentó sus pruebas. Si en la resolución que emita la Superintendencia se determina que subsisten o se repiten las violaciones al derecho de uso o usufructo del espectro, el o los infractores, deberán suspender los hechos que motivan la interferencia y pagar las multas que fije la Superintendencia, de acuerdo con lo estipulado en esta ley. La parte afectada por la interferencia podrá ejercer contra el infractor las acciones judiciales por daños y perjuicios u otros que puedan corresponderle. Lo que la Superintendencia resuelva en cuanto a sanciones se sujetará a los recursos administrativos y judiciales que determina esta ley. Las interferencias de trascendencia internacional quedarán sujetas a lo establecido en los acuerdos, tratados y convenios internacionales sobre la materia ratificados por el Gobierno de Guatemala.

Decreto 94-96 Bandas de frecuencia reservadas capítulo 3.

- Artículo 64 Bandas reservadas: Quedarán reservadas para uso exclusivo de los organismos y entidades estatales las siguientes bandas de frecuencias²⁷:

3.0	-	535.0	KHz(Kilohertz)
1705.0	-	1800.0	KHz
1900.0	-	3000.0	KHz
3.0	-	3.5	MHz(Megahertz)
4.063	-	4.438	MHz
4.995	-	5.060	MHz

²⁷ (SIT, 2023)

5.45	-	5.73	MHz
6.2	-	6.765	MHz
7.3	-	9.5	MHz
9.9	-	10.1	MHz
10.15	-	1.65	MHz
12.05	-	14.0	MHz
14.35	-	18.068	MHz
18.168	-	21.0	MHz
21.45	-	24.89	MHz
24.99	-	28.0	MHz
29.7	-	42.0	MHz
46.6	-	47.0	MHz
49.6	-	50.0	MHz
72.0	-	76.0	MHz
108.0	-	121.9375	MHz
12.0875	-	128.8125	MHz
132.0125	-	138.0	MHz
148.0	-	150.8	MHz
161.625	-	161.775	MHz
173.4	-	174.0	MHz
405.05	-	406.0	MHz
450.0	-	451.025	MHz
960.0	-	1240.0	MHz
1670.0	-	1850.0	MHz
1990.0	-	2110.0	MHz
2110.0	-	2290.0	MHz
2700.0	-	2900.0	MHz
3.1	-	3.4	GHz(Gigahertz)

Decreto 94-96 Bandas de frecuencia para radioaficionados, capítulo 4.

- Artículo 66 Bandas de frecuencia para radioaficionados²⁸: Quedarán atribuidas para radioaficionados las siguientes bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico:

²⁸ (SIT, 2023)

1800.0	-	1900.0	KHz
3.5	-	4.0	MHz
7.0	-	7.3	MHz
10.1	-	10.15	MHz
18.068	-	18.168	MHz
21.0	-	21.45	MHz
24.89	-	24.99	MHz
28.0	-	29.7	MHz
50.0	-	54.0	MHz
144.0	-	148.0	MHz
24.0	-	24.05	GHz
47.0	-	47.2	GHz
75.5	-	76.0	GHz
142.0	-	144.0	GHz
248.0	-	250.0	GHz

Decreto 17-73 Delitos contra el derecho de autor, la propiedad industrial y delitos informáticos capítulo VII²⁹

- Artículo 274 “A” Destrucción de registros informáticos.

Será sancionado con prisión de seis meses a cuatro años, y multa de doscientos a dos mil quetzales, el que destruyere, borrar o de cualquier modo inutilizarse registros informáticos. La pena se elevará en un tercio cuando se trate de información necesaria para la prestación de un servicio público o se trate de un registro oficial.

*Adicionado por el Artículo 13, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.³⁰

²⁹ (Judicial, s.f.)

³⁰ (Infile Leyes, s.f.)

- Artículo 274 “B” Alteración de programas.

La misma pena del artículo anterior se aplicará al que alterare, borrar o de cualquier modo inutilizare las instrucciones o programas que utilizan las computadoras.

*Adicionado por el Artículo 14, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala³¹

- Artículo 274 “C” Reproducción de instrucciones o programas de computación.

Se impondrá prisión de seis meses a cuatro años y multa de quinientos a dos mil quinientos quetzales al que, sin autorización del autor, copiare o de cualquier modo reprodujere las instrucciones o programas de computación.

*Adicionado por el Artículo 15, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.

- Artículo 274 “D” Registros prohibidos.

Se impondrá prisión de seis meses a cuatro años y multa de doscientos a mil quetzales, al que creare un banco de datos o un registro informático con datos que puedan afectar la intimidad de las personas.

*Adicionado por el Artículo 16, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.

- Artículo 274 “E” Manipulación de información.

Se impondrá prisión de uno a cinco años y multa de quinientos a tres mil quetzales, al que utilizare registros informáticos o programas de computación para ocultar, alterar o distorsionar información requerida para una actividad comercial, para el cumplimiento de una obligación respecto al Estado o para ocultar, falsear o alterar los estados contables o la situación patrimonial de una persona física o jurídica.

³¹ (Infile Leyes, s.f.)

*Adicionado por el Artículo 17, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.³²

- Artículo 274 “F” Uso de información

Se impondrá prisión de seis meses a dos años, y multa de doscientos a mil quetzales al que, sin autorización, utilizare los registros informáticos de otro, o ingresare, por cualquier medio, a su banco de datos o archivos electrónicos.

*Adicionado por el Artículo 18, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.

- Artículo 274 “G” Programas destructivos

Será sancionado con prisión de seis meses a cuatro años, y multa de doscientos a mil quetzales, al que distribuyere o pusiere en circulación programas o instrucciones destructivas, que puedan causar perjuicio a los registros, programas o equipos de computación.

*Adicionado por el Artículo 19, del Decreto Número 33-96 Del Congreso de la República de Guatemala.

Con lo expuesto anteriormente se determina que el proyecto desde el punto de vista legal **es factible**

³² (Infile Leyes, s.f.)

F.5. Factibilidad ambiental

Para el desarrollo del sistema de alarmas externas de alta temperatura y humedad se utilizarán microcontroladores y elementos electrónicos cuyo desgaste o inutilidad depende del uso o daños por cortocircuitos. Para garantizar una gestión responsable de los desechos electrónicos que este proyecto genere, se tomara la iniciativa de contactar a la empresa E-Waste de Guatemala³³. Esta es una empresa especializada en el manejo de residuos electrónicos que se encarga de recolectar y reciclar de manera adecuada los componentes electrónicos. Evitando así su disposición inapropiada en vertederos o su contaminación ambiental. Al colaborar con E-Waste se asegurará el cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes y se contribuye a la protección del medio ambiente, con esto se demuestra el compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la gestión de los residuos electrónicos generados al implementar este proyecto.

Además de la iniciativa que se tiene de colaborar con la empresa E-Waste, Conmuvox cuenta con una bodega ubicada en Bárcenas en el municipio de Villa Nueva departamento de Guatemala, la cual se encarga de recibir equipos obsoletos, cableado, chatarra, desechos electrónicos y carros que ya han cumplido con su tiempo de vida, donde se evalúan si se puede dar uso a los elementos llevados a dicha bodega para otra función o si pueden funcionar como repuesto de equipos que aún están en uso si no aplicara se realizan los procesos necesarios para su desecho responsable.

Ilustración 32, Logotipo E-waste



Fuente: Extraído de <http://www.ewastedeguatemala.org/>

³³ (E-WASTE, s.f.)

Acuerdo Gubernativo 164-2021 Sección II Recolección y transporte³⁴

- Artículo 19. Responsabilidades generales de los entes recolectores.

Los entes que se dedican a la recolección de residuos y desechos sólidos son responsables por el cumplimiento de las normas establecidas en los artículos 17 y 18; asimismo, deben dar cumplimiento a las responsabilidades siguientes:

a) Garantizar que los espacios físicos donde se realiza la limpieza diaria de vehículos y equipos cuenten con amplia ventilación, medidas para el control de vectores, y un sistema de drenajes que permita la captación y conducción de todas las aguas residuales generadas como consecuencia de tal actividad hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales o de alcantarillado municipal.

b) Garantizar que los espacios físicos donde se resguardan los vehículos cuenten con amplia ventilación y medidas para el control de vectores

c) Garantizar que los lixiviados recolectados durante el proceso de transporte sean captados y conducidos hacia un sistema de tratamiento.

Acuerdo Gubernativo 164-2021 Sección IV Recuperación y reciclaje

- Artículo 22 Recuperación de materiales.

La recuperación de materiales a partir de residuos sólidos comunes sólo es permitida si se efectúa con el objeto de que éstos sean sometidos a reciclaje.

Sin embargo, las actividades de recuperación pueden realizarse en instalaciones independientes a las empleadas para el reciclaje de los materiales.

³⁴ (Ministerio de ambiente y recursos naturales, 2021)

- Artículo 23 Correspondencia del tratamiento

Las tecnologías para el tratamiento de los residuos sólidos comunes deberán seleccionarse en función de la naturaleza de estos y los objetivos de gestión establecidos. No es obligatorio que quien realiza la recuperación efectúe el tratamiento, si esto es lo más apropiado conforme a la correspondencia anterior.

Decreto 68-86 Capítulo IV De la prevención y control de la contaminación por ruido o audial³⁵.

- Artículo 17

El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes que sean necesarios, en relación con la emisión de energía en forma de ruido, sonido, microondas, vibraciones, ultrasonido o acción que perjudiquen la salud física y mental y el bienestar humano, o que cause trastornos al equilibrio ecológico. Se considera actividades susceptibles de degradar el ambiente y la salud, los sonidos o ruidos que sobrepasen los límites permisibles cualesquiera que sean las actividades o causas que los originan.

Con lo expuesto anteriormente se determina que el proyecto desde el punto de vista ambiental **es factible**.

³⁵ (Ministerio de ambiente y recursos naturales, s.f.)

G. Factibilidad financiera

Es un análisis que evalúa si un proyecto o inversión es viable desde el punto de vista económico, este análisis examina los costos asociados con el proyecto. El objetivo es determinar si los recursos disponibles son suficientes para cubrir los gastos y si el proyecto generará beneficios suficientes para justificar la inversión. Para llevar a cabo el proyecto de optimización de alarmas externas de alta temperatura y humedad en shelters outdoor de telecomunicaciones para uso interno del departamento de conmutación área metropolitana, es importante comprobar si desde el punto de vista financiero es factible llevar a cabo dicho proyecto³⁶.

G.1. Costos del proyecto

G.1.1. Costo de inversión

Son todos los gastos relacionados con la adquisición de activos o recursos necesarios para poner en marcha el proyecto. Incluyendo la compra de equipos, la adquisición de materiales, etc. Los costos del proyecto también abarcan otros aspectos como cualquier otro desembolso necesario para alcanzar los objetivos del proyecto.

La correcta estimación y gestión de estos costos es esencial para garantizar la viabilidad económica del proyecto y su éxito en general. Para decirlo de una forma sencilla son todos aquellos costos que se dan desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la producción del primer producto o servicio³⁷. Visualizar anexo 5 que contiene las cotizaciones.

³⁶ (Arias, 2020)

³⁷ (esan, 2016)

Tabla 17, Costo de inversión

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Total	%
26	Bateria de Litio	Q 74.00	Q 1,924.00	11.59%
1	Case (Receptor)	Q 135.00	Q 135.00	0.81%
25	Case (Transmisor)	Q 115.00	Q 2,875.00	17.32%
25	DHT11	Q 27.00	Q 675.00	4.07%
2	Estaño 1lb 1.5MM	Q 195.00	Q 390.00	2.35%
26	LM2596	Q 21.00	Q 546.00	3.29%
26	LORA RA-02	Q 99.00	Q 2,574.00	15.51%
26	Modulo ESP 32	Q 99.50	Q 2,587.00	15.58%
1	Pantalla OLED	Q 95.00	Q 95.00	0.57%
5	Pasta para soldar 30g	Q 14.00	Q 70.00	0.42%
1	PCB (Receptor)	Q 173.00	Q 173.00	1.04%
25	PCB (Transmisor)	Q 145.00	Q 3,625.00	21.84%
25	Set espaciadores para anclaje 30mm 4 unidades	Q 18.00	Q 450.00	2.71%
26	TN Terminal 2 Tornillos	Q 2.00	Q 52.00	0.31%
26	TP4056	Q 16.50	Q 429.00	2.58%
Costo de Inversion Inicial			Q 16,600.00	100%

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024³⁸

³⁸ (Electrónica R&CH, s.f.)

G.1.2. Costo de implementación

El costo de implementación son todos los gastos necesarios de instalación y configuración de los equipos que tendrá el proyecto. Para los costos del armado de los módulos y configuración de estos es necesario el recurso de 2 técnicos los cuales tienen un sueldo aproximado de Q.7,500 laborando 30 días al mes, Se utilizarán 10 días para dicha actividad. La misma metodología se utilizará para la instalación y pruebas de funcionamiento, será necesario el recurso de 4 técnicos los cuales tienen un sueldo aproximado de Q. 7,500 laborando 30 días al mes y se utilizaran 20 días para la actividad. Se detalla la fórmula utilizada para calcular el monto total de implementación.

$$\text{Costo de implementación} = (\text{Días de trabajo} * \text{Sueldo diario}) * \text{Cantidad de técnicos}$$

Tabla 18, Costo e implementación

Actividad	Cantidad Técnicos	Días Trabajo	Sueldo (mensual)	Sueldo (diario)	Total
Elaboración y configuración de módulos	2	10	Q 7,500.00	Q 250.00	Q 5,000.00
Instalación y pruebas de funcionamiento	4	20	Q 7,500.00	Q 250.00	Q 20,000.00
Costo Total de Implementación Mensual				Q 500.00	Q 25,000.00

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

Tabla 19, Costo de inversión inicial

ITEM	Costo Total
Costo total de Inversión	Q 16,600.00
Costo total de Implementación	Q 25,000.00
Costo Total del Proyecto	Q 41,600.00

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024.

G.1.3. Costo de mantenimiento y operación

Son los gastos asociados con el mantenimiento regular y la conservación de los activos del proyecto. Para los costos de mantenimiento es necesario el recurso de un técnico el cual tiene un sueldo aproximado de Q.7,500 laborando 30 días al mes, se realizará un mantenimiento al mes por sitio utilizando 4 horas para el mismo en un turno de trabajo de 10 horas con horario de 8:00 a 18:00. Para la movilización del técnico se tienen asignados 40 galones de combustible al mes el cual se divide dentro de 30 días dando la cantidad de 1.33 galones que se tiene diarios.

$$\text{Costo de movilización} = (\text{Precio Combustible} * \text{Galones Diarios}) * \text{Cantidad de Sitios}$$

Tabla 20, Costo de movilización

Actividad	Cantidad de Sitios	Días Trabajo	Galones Mensuales	Precio combustible	Galones (diario)	Total Unitario	Total
Movilización	26	30	40	Q 32.20	Q 0.75	24.15	Q 627.90
Costo Total de Movilización Mensual (Precio del combustible tomado a la fecha de agosto 2024)						24.15	Q 627.90

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

$$\text{Costo mantenimiento} = (\text{Horas de Trabajo} * \text{Sueldo Hora}) * \text{Cantidad de Mantenimiento}$$

Tabla 21, Costo de mantenimiento y operación

Actividad	Cantidad Mantenimiento	Cantidad Técnico	Horas Trabajo	Sueldo (mensual)	Sueldo (diario)	Sueldo (Hora)	Total Unitario	Total
Mantenimiento Preventivo	26	1	4	Q 7,500.00	Q 250.00	Q 25.00	Q 100.00	Q 2,600.00
Costo Total de Mantenimiento Mensual								Q 2,600.00

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

Tabla 22, Costos fijos del proyecto

ITEM	Costo Total
Costo total de Movilización	Q 627.90
Costo total de Mantenimiento y Operación	Q 2,600.00
Total Costos Fijos (Mensual)	Q 3,227.90

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

G.2. Beneficios del proyecto

Se entiende por beneficios del proyecto como la mejora medible derivada de un resultado percibido como una ventaja por una o más partes interesadas. que contribuye al logro de uno o más objetivos organizacionales. Básicamente significa que los beneficios deben representar una mejora resultante del proyecto.

El propósito de lanzar cualquier proyecto es, de hecho, proporcionar algún tipo de beneficio como resultado de la entrega del resultado. En el proyecto se generará un beneficio a la empresa proporcionando información precisa del estado de las variables externas alta temperatura y humedad dentro de los sitios. Con esto se evitará pérdidas económicas por sitios fuera de servicio de aproximadamente Q.7,327.90

Tabla 23, Beneficios del proyecto

ITEM	Costo Total
Costo total de Movilización	Q 627.90
Costo total Sitio Fuera de servicio	Q 6,700.00
Costo Total del Proyecto (Mensual)	Q 7,327.90

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

G.3. Matriz costo-beneficio

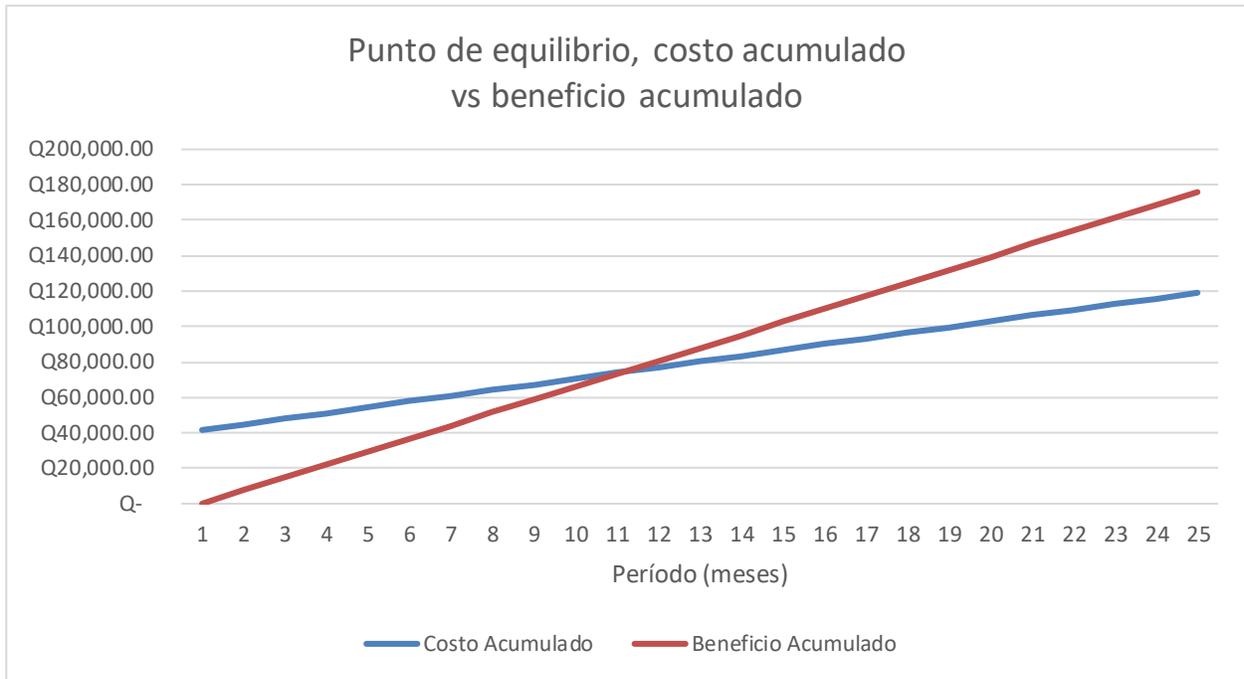
El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Adicional se tienen los escenarios pesimista y optimista (+-10%) en la sección de anexo 6 y 7

Tabla 24, Matriz costo-beneficio

Periodo (Mes)	Costo	Costo Acumulado	Beneficio	Beneficio Acumulado	Utilidad (BA-CA)
0	Q 41,600.00	Q 41,600.00	Q -	Q -	-Q 40,638.00
1	Q 3,227.90	Q 44,827.90	Q 7,327.90	Q 7,327.90	-Q 37,500.00
2	Q 3,227.90	Q 48,055.80	Q 7,327.90	Q 14,655.80	-Q 33,400.00
3	Q 3,227.90	Q 51,283.70	Q 7,327.90	Q 21,983.70	-Q 29,300.00
4	Q 3,227.90	Q 54,511.60	Q 7,327.90	Q 29,311.60	-Q 25,200.00
5	Q 3,227.90	Q 57,739.50	Q 7,327.90	Q 36,639.50	-Q 21,100.00
6	Q 3,227.90	Q 60,967.40	Q 7,327.90	Q 43,967.40	-Q 17,000.00
7	Q 3,227.90	Q 64,195.30	Q 7,327.90	Q 51,295.30	-Q 12,900.00
8	Q 3,227.90	Q 67,423.20	Q 7,327.90	Q 58,623.20	-Q 8,800.00
9	Q 3,227.90	Q 70,651.10	Q 7,327.90	Q 65,951.10	-Q 4,700.00
10	Q 3,227.90	Q 73,879.00	Q 7,327.90	Q 73,279.00	-Q 600.00
11	Q 3,227.90	Q 77,106.90	Q 7,327.90	Q 80,606.90	Q 3,500.00
12	Q 3,227.90	Q 80,334.80	Q 7,327.90	Q 87,934.80	Q 7,600.00
13	Q 3,227.90	Q 83,562.70	Q 7,327.90	Q 95,262.70	Q 11,700.00
14	Q 3,227.90	Q 86,790.60	Q 7,327.90	Q 102,590.60	Q 15,800.00
15	Q 3,227.90	Q 90,018.50	Q 7,327.90	Q 109,918.50	Q 19,900.00
16	Q 3,227.90	Q 93,246.40	Q 7,327.90	Q 117,246.40	Q 24,000.00
17	Q 3,227.90	Q 96,474.30	Q 7,327.90	Q 124,574.30	Q 28,100.00
18	Q 3,227.90	Q 99,702.20	Q 7,327.90	Q 131,902.20	Q 32,200.00
19	Q 3,227.90	Q 102,930.10	Q 7,327.90	Q 139,230.10	Q 36,300.00
20	Q 3,227.90	Q 106,158.00	Q 7,327.90	Q 146,558.00	Q 40,400.00
21	Q 3,227.90	Q 109,385.90	Q 7,327.90	Q 153,885.90	Q 44,500.00
22	Q 3,227.90	Q 112,613.80	Q 7,327.90	Q 161,213.80	Q 48,600.00
23	Q 3,227.90	Q 115,841.70	Q 7,327.90	Q 168,541.70	Q 52,700.00
24	Q 3,227.90	Q 119,069.60	Q 7,327.90	Q 175,869.60	Q 56,800.00
25	Q 3,227.90	Q 122,297.50	Q 7,327.90	Q 183,197.50	Q 60,900.00
26	Q 3,227.90	Q 125,525.40	Q 7,327.90	Q 190,525.40	Q 65,000.00
27	Q 3,227.90	Q 128,753.30	Q 7,327.90	Q 197,853.30	Q 69,100.00
29	Q 3,227.90	Q 131,981.20	Q 7,327.90	Q 205,181.20	Q 73,200.00
30	Q 3,227.90	Q 135,209.10	Q 7,327.90	Q 212,509.10	Q 77,300.00
31	Q 3,227.90	Q 138,437.00	Q 7,327.90	Q 219,837.00	Q 81,400.00
32	Q 3,227.90	Q 141,664.90	Q 7,327.90	Q 227,164.90	Q 85,500.00
33	Q 3,227.90	Q 144,892.80	Q 7,327.90	Q 234,492.80	Q 89,600.00
34	Q 3,227.90	Q 148,120.70	Q 7,327.90	Q 241,820.70	Q 93,700.00
35	Q 3,227.90	Q 151,348.60	Q 7,327.90	Q 249,148.60	Q 97,800.00
36	Q 3,227.90	Q 154,576.50	Q 7,327.90	Q 256,476.50	Q 101,900.00

Fuente: Elaboración propia, a través de tabla de Excel, agosto 2024

Ilustración 33, Gráfica punto de equilibrio



Fuente: Elaboración propia, a través de grafica de Excel, agosto 2024

G.4. Tasa de rentabilidad mínima aceptable

Para el cálculo de la tasa de rentabilidad mínima aceptable (TREMA), se tomaron los datos de la tasa de intereses y el promedio ponderado que se encuentran en la página web del Banco de Guatemala³⁹.

$$TREMA = if + tb + tr$$

if= Ritmo inflacionario del país

tb= Tasa bancaria pasiva del país

tr= Estimación de riesgo del inversionista

³⁹ (Banco de Guatemala, s.f.)

Tabla 25, Cálculo TREMA

Tasa Promedio Ponderada	4.97%
Tasa de Inflación	3.78%
Tasa de riesgo del negocio	10.00%
Total	18.75%

Fuente: Elaboración propia, a través de grafica de Excel, agosto 2024

G.5 Cálculo tasa interna de retorno y valor actual neto

La tasa interna de retorno (TIR)⁴⁰, es un indicador de rentabilidades de proyectos o inversiones, de manera que cuanto mayor sea la TIR mayor será la rentabilidad. Realizando el cálculo de la tasa interna de rentabilidad de diferentes proyectos se facilita la toma de decisiones sobre la inversión a realizar. El valor actual neto (VAN)⁴¹, es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Tabla 26, Cálculo TIR y VAN

TREMA	18.75%
Tasa de Descuento	4.97%
VAN	Q 170,210.62
TIR	95.44%

Fuente: Elaboración propia, a través de grafica de Excel, agosto 2024

⁴⁰ (Fernandez, 2023)

⁴¹ (ECONOMIPEDIA, s.f.)

H. Conclusiones

Demostrando que con base en la encuesta realizada las alarmas de alta temperatura y humedad se encontraron monitoreadas un 80%, por lo que se puede concluir que con la implementación de este proyecto se logró incrementar esa cobertura al 95% alcanzando incluso aquellos equipos que ya no contaban con la tecnología adecuada para reportar alarmas de alta temperatura y humedad.

Debemos estar claros que el sistema implementado responde a las necesidades actuales de tener un sistema de alarmas detectando lecturas en tiempo real y poder visualizarlas vía web, de hecho, también está diseñado para adaptarse a futuras expansiones o cambios en la infraestructura.

En consecuencia, de la reducción de alarmas falsas, las cuales, según la encuesta realizada, ocurren con frecuencia, representando entre el 50% y el 80% de las fallas detectadas por el sistema. Demostrando que mejoró la precisión en la detección de alarmas reales, lo que nos conduce a una intervención más rápida y eficiente para atención a fallas.

Lo cierto es que percibir rápidamente los cambios críticos en alta temperatura y humedad y respondiendo de manera eficaz, es muy probable que se mejoró la eficiencia de los equipos de telecomunicaciones dando como resultado un buen servicio sin interrupciones a los clientes.

Probando que la importancia que contar con un respaldo de energía en los sensores de alta temperatura es evidente. Con base en la encuesta, el 78.6% de los encuestados estaba a favor de esta medida. Tras la implementación, la aceptación de esta mejora alcanzó un 85%, lo que evidencia el impacto positivo del respaldo de energía del sistema de monitoreo.

I. Recomendaciones

Se recomienda instalar módulos receptores maestros en regiones como norte y sur del área metropolitana, persuadiendo así cubrir una gran parte del área metropolitana.

Es fundamental aplicar correctamente el estaño al soldar los componentes electrónicos en la placa PCB para evitar conexiones defectuosas que podrían causar falsos contactos y generar alarmas innecesarias en el sistema.

Se propone que, del lado del transmisor, se agregue una cámara y un módulo de micrófono bidireccional de Arduino para poder tener visión y audio en shelter que se encuentren en riesgo de vandalismo o simplemente para poder guiar al personal que no cuenta con experiencia.

Es aconseja que las antenas Lora se instalen en sitios que no sobrepasen los 15 kilómetros de distancia con el módulo receptor porque las antenas Lora no se podrían comunicar y no se tendrían lecturas del sitio.

El diagnóstico y el tener un buen sistema de alarmas externas es fundamental para las telecomunicaciones ya que los equipos suelen dañarse por esos motivos, por eso se influye en la recomendación de mantener un proceso de actualización constante según sea posible de tecnología en el tema de alarmas externas.

J. Bibliografía / E-grafía

Bibliografía

Administración I. (2017). México D.F: MC Graw Hill.

Cifuentes, C. J. (2022). *Gerencia Aplicada a las Telecomunicaciones*. Guatemala: Serviprensa S.A.

Cifuentes, R. E. (2019). *Seminario de Telecomunicaciones*. Guatemala: Serviprensa S.A.

Karen, D. C., Lares, E. A., & Domingo, A. A. (2019). *Especialidad en telecomunicaciones 2*. México D.F: MC Graw Hill.

Pérez, L. S. (2016). *Finanzas II*. Guatemala: Serviprensa S.A.

Pérez, L. S. (2017). *Finanzas I*. Guatemala: Serviprensa S.A.

RRHH. (2019). Misión y Visión. En *Código de ética* (pág. 1).

Rubio, G. C., Corcobao, T. D., & Domingo, A. A. (2019). *Especialidad en telecomunicaciones I*. México D.F: Mc Graw Hill.

E-grafía

Arias, E. R. (1 de septiembre de 2020). *ECONOPEDIA*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/factibilidad-financiera.html>

ARISMETRICS. (s.f.). Obtenido de <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/software>

AUTOMIX. (s.f.). Obtenido de <https://autmix.com/blog/que-es-protocolo-red>

Banco de Guatemala. (s.f.). Obtenido de <https://banguat.gob.gt/>

Calderón, H. (julio de 2024). *CANVA*. Obtenido de https://www.canva.com/design/DAGI39o9Mvw/oQqkTDFARELnfyQrtQ4NUw/edit?utm_content=DAGI39o9Mvw&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Calderón, H. (julio de 2024). *CANVA*. Obtenido de https://www.canva.com/design/DAGNMGIFvuk/iRiB6BOn1FKTtxHaaPwRQA/edit?utm_content=DAGNMGIFvuk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Calderón, H. (4 de agosto de 2024). *Formularios Google*. Obtenido de <https://forms.gle/XAhbQLc3AeJvBrijj8>

CEUPE. (s.f.). Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/hardware.html>

Congreso de la República de Guatemala. (s.f.). Obtenido de https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/12894

COPIA NUBE. (s.f.). Obtenido de <https://www.copianube.es/como-proteger-un-servidor-contra-ataques/>

Coppola, M. (20 de enero de 2023). *HUBSPOT*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/website/que-es-servidor-web>

ECONOMIPEDIA. (s.f.). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Electrónica BP. (2024). Obtenido de <https://www.electronicabp.com/>

Electrónica R&CH. (s.f.). Obtenido de <https://electronicarych.com/>

Esan, C. (28 de junio de 2016). *ESAN.* Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto>

E-WASTE. (s.f.). Obtenido de <http://www.ewastedeguatemala.org/>

Fernandez, J. R. (25 de agosto de 2023). *SAGE.* Obtenido de <https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/>

Gramajo, U. (6 de abril de 2022). *Prensa Libre.* Obtenido de <https://www.prensalibre.com/economia/la-telefonía-celular-ha-crecido-en-guatemala-a-un-ritmo-promedio-de-1-millon-de-lineas-por-ano-desde-el-2000-y-la-tendencia-se-mantiene/>

HEWLETT PACKARD. (s.f.). Obtenido de <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/it-security.html>

Infile Leyes. (s.f.). Obtenido de <https://leyes.infile.com>

Judicial, O. (s.f.). *Código Penal Guatemala.* Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://ww2.oj.gob.gt/es/QueEsOJ/EstructuraOJ/UnidadesAdministrativas/CentroAnálisisDocumentaciónJudicial/cds/CDs%20compilaciones/Compilación%20Leyes%20Penales/expedientes/01_CódigoPenal.pdf

Kosinski, J. H. (26 de julio de 2024). *IBM.* Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/topics/information-security>

La Electrónica. (2024). Obtenido de <https://laelectronica.com.gt/>

Marqués, D. F. (26 de febrero de 2024). *CLINIC CLOUD.* Obtenido de <https://clinic-cloud.com/blog/protocolos-de-seguridad-de-la-informacion>

Ministerio de ambiente y recursos naturales. (s.f.). Obtenido de https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/ley-de-proteccion-y-mejoramiento-del-medio-ambiente-decreto-68-86/

Ministerio de ambiente y recursos naturales. (2021). Obtenido de <https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/>

Programarfacil.com. (s.f.). Obtenido de <https://programarfacil.com/esp8266/esp32/>

PROMETEC. (2023). Obtenido de <https://www.prometec.net/funciones-iii/#:~:text=En%20el%20mundo%20de%20Arduino,proporciona%20una%20cierta%20funcionalidad%20espec%C3%ADfica.>

PROTOTIPC. (s.f.). Obtenido de <https://prototip0.com/diseño-de-prototipos/#:~:text=Un%20prototipo%20es%20un%20primer,con%20las%20caracter%C3%ADsticas%20espec%C3%ADficas%20planteadas.>

Rodriguez, N. (20 de febrero de 2023). *HUBSPOT.* Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20costo%2Dbeneficio%20es%20un%20proceso%20que%20se,0%20no%20para%20una%20empresa.>

Rodriguez, N. (9 de agosto de 2023). *HUBSPOT.* Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-trema>

SIT. (Julio de 2023). Obtenido de <https://sit.gob.gt/gerencia-de-telefonía/estadísticas-de-telefonía/boletín-estadístico-2do-2014/#8562-8573-wpfd-2023-2>

TINKERCAD. (s.f.). Obtenido de <https://www.tinkercad.com/>

XATAKA. (s.f.). Obtenido de <https://www.xataka.com/investigación/japón-tiene-su-primer-prototipo-6g-resultados-han-sido-exito>

K. Glosario

A

Alarmas

Son sistemas diseñados para alertar a los usuarios sobre condiciones o eventos específicos que requieren atención., 36

Alterare

Se refiere al acto de modificar o cambiar algo que afecte su estado original., 47

B

Backup

Se refiere al proceso de crear una copia adicional de datos o archivos para protegerlos contra pérdida., 37

Bidireccional

Se refiere a algo que puede funcionar en dos direcciones o sentidos., 61

C

Circuito

Es una red de componentes eléctricos conectados entre sí, para formar un camino cerrado por el que puede fluir una corriente eléctrica., 25

Componentes

Se refiere a las partes individuales que forman un sistema o dispositivo más grande., 49

Conglomerado

Es un tipo de empresa o grupo de empresas que consiste en una corporación matriz que posee y gestiona un conjunto diversificado de negocios., 7

Conmutación

Se refiere al proceso de dirigir llamadas o datos a través de una red, 18

D

DHT11

Es un sensor digital utilizado para medir la temperatura y la humedad del ambiente.,

25

Diagrama

Es una representación visual de información, conceptos o datos que facilita la comprensión y análisis de un sistema, proceso o estructura., 34

E

ESIM

Es una versión digital de la tarjeta SIM tradicional que está integrada directamente en el hardware del dispositivo., 10

Espectro Radioeléctrico

Es el rango de frecuencias de ondas electromagnéticas que se utilizan para la transmisión de señales de radio., 43

F

FODA

Es una herramienta estratégica utilizada para evaluar los factores internos y externos que afectan a una organización, proyecto, o situación específica., 4

G

GPON

Es una tecnología de red que se utiliza para proporcionar conexiones de banda ancha de alta velocidad a través de cables de fibra óptica., 10

GUATEL

Empresa Guatemalteca de telecomunicaciones, 2

H

Hallazgos

Es el descubrimiento o revelación de algo previamente desconocido o no evidenciado., 11

Hardware

Se refiere a los componentes físicos y tangibles de una computadora o sistema electrónico., 25

I

Implementación

Se refiere al proceso de poner en práctica o llevar a cabo un plan, diseño o sistema en un entorno real., 42

Implementación

Se refiere al proceso de llevar a cabo un plan, una estrategia o un proyecto., 54

Inminente

Se refiere a algo que está a punto de suceder o que ocurrirá en un futuro muy cercano., 17

Interconexión

Se refiere al proceso de conectar diferentes sistemas, dispositivos o redes para permitir el intercambio de datos y la comunicación entre ellos., 42

Interferencias

Se refieren a cualquier perturbación que afecta negativamente la calidad o la eficacia de la transmisión de señales, 43

Inutilidad

Que no cumple con su propósito previsto o no es útil para la situación o contexto en el que se encuentra., 49

L

Librerías

Son colecciones de código preescrito que facilitan la programación de proyectos con la plataforma Arduino., 29

Lora

Es una tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance y baja potencia (Long Range), 25

M

Metodología

Se refiere al conjunto de métodos, procedimientos y técnicas que se utilizan para llevar a cabo un proyecto., 54

Módulo

Es un componente independiente dentro de un sistema mayor que tiene una función específica con otros módulos para formar un sistema completo., 26

P

Post pago

Es un modelo de pago en el que los usuarios de servicios de telecomunicaciones, como telefonía móvil, internet, y televisión, pagan por los servicios después de haberlos utilizado., 3

Prepago

Es un modelo de pago en el que los usuarios compran un servicio o crédito por adelantado y lo utilizan hasta que se agota., 3

Protocolo

Es un conjunto de reglas y estándares que definen cómo se comunican y transfieren los datos entre dispositivos en una red., 32

Prototipo

Es una versión preliminar de un producto, sistema o idea que se utiliza para probar y validar conceptos, funcionalidades y diseños antes de la producción final., 32

R

Receptor

Es un dispositivo o componente que recibe señales transmitidas desde otro dispositivo o fuente., 26

Registro informático

Es una entrada o archivo que contiene datos específicos almacenados en un sistema informático o base de datos., 47

Regulaciones

Son normas establecidas por autoridades para controlar y gestionar actividades en un contexto específico., 49

Roaming

Es un servicio que permite a los usuarios de telefonía móvil utilizar sus dispositivos mientras se encuentran fuera del país, 3

S

Sensores

Los sensores son dispositivos o instrumentos diseñados para detectar, medir y registrar parámetros físicos, químicos o biológicos del entorno., 16

Servidor web

Es un software o hardware que almacena, procesa y entrega páginas web a los usuarios a través de internet o una red intranet., 26

SET TO

Se utiliza para asignar un valor a una variable o parámetro., 17

Software

Es un conjunto de programas, datos y procedimientos que instruyen a una computadora o dispositivo para realizar tareas específicas., 29

Solemnidades

Son eventos que se realizan con gran formalidad y protocolo, a menudo marcados por reglas estrictas y un alto grado de importancia., 42

STARLINK

Busca ofrecer servicios de internet de alta velocidad a nivel mundial mediante una constelación de satélites en órbita baja., 10

T

Tangibles

Se refiere a objetos que tienen una existencia física y pueden ser percibidos por los sentidos, especialmente el tacto., 25

Telecomunicaciones

Son el conjunto de técnicas, medios y sistemas que permiten la transmisión de información a distancia., 2

TIR

La tasa interna de retorno es útil para comparar diferentes proyectos y decidir cuál es el más diferente., 59

Transmisor

Es un dispositivo que envía señales de un punto a otro, típicamente a través de ondas electromagnéticas., 25

Trema

Es el porcentaje mínimo de retorno que una empresa o inversionista espera obtener de una inversión., 58

V

Vulneración

Se refiere al acto de explotar una debilidad en un sistema, software, red o protocolo que puede comprometer su seguridad o integridad., 31

L. Anexo

Anexo 1. Encuesta realizada



Hallazgos de la Empresa CONMUVOX

Seminario de Telecomunicaciones

¿En que porcentaje se tienen monitoreadas las alarmas Externas en CONMUVOX *
área metropolitana?

- Monitoreadas 100%
- Monitoreadas 80%
- Monitoreadas 60%
- Monitoreadas 40%

¿Cada cuanto se cambian las baterías AA que utilizan los sensores de temperatura en CONMUVOX área metropolitana? *

- Cada Mes
- Cada Dos Meses
- Cada Tres Meses
- No Tengo Idea

¿Considera que las alarmas de alta temperatura y humedad son esenciales para el buen funcionamiento de los equipos de conmutación de CONMUVOX área metropolitana? *

- Sí
- No
- Tal vez

¿Considera la opción de tener un sistema de alarmas de alta temperatura y humedad con respaldo de energía para que detecte alarmas reales en CONMUVOX área metropolitana? *

- Sí
- No
- Tal vez

Basado en su experiencia, ¿Cuál es la probabilidad que existan alarmas de alta temperatura en los sistemas de CONMUVOX área metropolitana? *

- Muy Alta (80%-10%)
- Alta (60%-80%)
- Moderada (40%-60%)
- Baja (Menos del 40%)

¿Considera usted que los sensores de alta temperatura son fácilmente alterados en el SET TO por personal interno y externo en CONMUVOX área metropolitana? *

- Sí
- No
- Tal vez

¿Considera que al detectar alarmas reales de alta temperatura se evitarían visitas en falso y así poder atender fallas de mayor importancia en CONMUVOX área metropolitana? *

- Sí
- No
- Tal Vez

Basado a su Experiencia, ¿Con que frecuencia ocurren alarmas falsas de alta temperatura en el área Metropolitana de CONMUVOX? *

- Muy Frecuente (Más del 80%)
- Frecuentemente (50%-80%)
- Ocasionalmente (Menos del 50%)

Enviar

Borrar formulario

Anexo 2. Código para configuración del módulo transmisor (ESP32 + LORA)

```
1 //Libraries for LoRa
2 #include <SPI.h>
3 #include <LoRa.h>
4
5 //Libraries for LoRa
6 #include "DHT.h"
7 #define DHTPIN 4 //pin where the dht11 is connected
8 DHT dht(DHTPIN, DHT11);
9
10 //define the pins used by the LoRa transceiver module
11 #define ss 5
12 #define rst 14
13 #define dio0 2
14
15 #define BAND 433E6 //433E6 for Asia, 866E6 for Europe, 915E6 for North America
16
17 //packet counter
18 int readingID = 0;
19
20 int counter = 0;
21 String LoRaMessage = "";
22
23 float temperature = 0;
24 float humidity = 0;
25
```

```

26
27
28 //Initialize LoRa module
29 void startLoRA()
30 {
31   LoRa.setPins(ss, rst, dio0); //setup LoRa transceiver module
32
33   while (!LoRa.begin(BAND) && counter < 10) {
34     Serial.print(".");
35     counter++;
36     delay(500);
37   }
38   if (counter == 10)
39   {
40     // Increment readingID on every new reading
41     readingID++;
42     Serial.println("Starting LoRa failed!");
43   }
44   Serial.println("LoRa Initialization OK!");
45   delay(2000);
46 }
47
48 void startDHT()
49 {
50   if (isnan(humidity) || isnan(temperature))
51   {
52     Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
53     return;
54   }
55 }
56
57 void getReadings(){
58   humidity = dht.readHumidity();
59   temperature = dht.readTemperature();
60   Serial.print(F("Humidity: "));
61   Serial.print(humidity);
62   Serial.print(F("% Temperature: "));
63   Serial.print(temperature);
64   Serial.println(F("°C "));
65 }
66
67 void sendReadings() {
68   LoRaMessage = String(readingID) + "/" + String(temperature) + "&" + String(humidi
69   //Send LoRa packet to receiver
70   LoRa.beginPacket();
71   LoRa.print(LoRaMessage);
72   LoRa.endPacket();

```

```

73
74 Serial.print("Sending packet: ");
75 Serial.println(readingID);
76 readingID++;
77 Serial.println(LoRaMessage);
78 }
79
80 void setup() {
81   //initialize Serial Monitor
82   Serial.begin(115200);
83   dht.begin();
84   startDHT();
85   startLoRA();
86 }
87 void loop() {
88   getReadings();
89   sendReadings();
90   delay(5000);
91 }

```

Anexo 3. Código para crear servidor web en el módulo receptor (ESP32)

```

1 <!DOCTYPE HTML><html>
2 <head>
3   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
4   <link rel="icon" href="data:,">
5   <title>ESP32 (LoRa + Server)</title>
6   <link rel="stylesheet" href="https://use.fontawesome.com/releases/v5.7.2/css/all.c
7   <style>
8     body {
9       margin: 0;
10      font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
11      text-align: center;
12    }
13    header {
14      margin: 0;
15      padding-top: 5vh;
16      padding-bottom: 5vh;
17      overflow: hidden;
18      background-image: url(mainimage);
19      background-size: cover;
20      color: white;

```

```

21     }
22     h2 {
23         font-size: 2.0rem;
24     }
25     p { font-size: 1.2rem; }
26     .units { font-size: 1.2rem; }
27     .readings { font-size: 2.0rem; }
28     </style>
29 </head>
30 <body>
31     <header>
32         <h2>ESP32 (LoRa + Server)</h2>
33         <p><strong>Last received packet:<br/><span id="timestamp">%TIMESTAMP%</span></p>
34         <p>LoRa RSSI: <span id="rssi">%RSSI%</span></p>
35     </header>
36 <main>
37     <p>
38         <i class="fas fa-thermometer-half" style="color:#059e8a;"></i> Temperature: <sp
39         <sup>&deg;C</sup>
40     </p>
41     <p>
42         <i class="fas fa-tint" style="color:#00add6;"></i> Humidity: <span id="humidity
43         <sup>&#37;</sup>
44     </p>
45
46 </main>
47 <script>
48 setInterval(updateValues, 10000, "temperature");
49 setInterval(updateValues, 10000, "humidity");
50 setInterval(updateValues, 10000, "rssi");
51 setInterval(updateValues, 10000, "timestamp");
52
53 function updateValues(value) {
54     var xhttp = new XMLHttpRequest();
55     xhttp.onreadystatechange = function() {
56         if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
57             document.getElementById(value).innerHTML = this.responseText;
58         }
59     };
60     xhttp.open("GET", "/" + value, true);
61     xhttp.send();
62 }
63 </script>
64 </body>
65 </html>

```

Anexo 4. Código para configuración del módulo receptor (ESP32 + LORA)

```
1 // Import Wi-Fi library
2 #include <WiFi.h>
3 #include "ESPAsyncWebServer.h"
4
5 #include <SPIFFS.h>
6
7 //Libraries for LoRa
8 #include <SPI.h>
9 #include <LoRa.h>
10
11 //Libraries for OLED Display
12 #include <Wire.h>
13 #include <Adafruit_GFX.h>
14 #include <Adafruit_SSD1306.h>
15
16 // Libraries to get time from NTP Server
17 #include <NTPClient.h>
18 #include <WiFiUdp.h>
19
20 //define the pins used by the LoRa transceiver module
21 #define ss 5
22 #define rst 14
23 #define dio0 2
24
25 #define BAND 433E6 //433E6 for Asia, 866E6 for Europe, 915E6 for North America
26
27 //OLED pins
28 #define OLED_SDA 21
29 #define OLED_SCL 22
30 #define OLED_RST -1
31 #define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
32 #define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
33
34 // Replace with your network credentials
35 const char* ssid = "Alexahome";
36 const char* password = "12345678";
37
38 // Define NTP Client to get time
39 WiFiUDP ntpUDP;
40 NTPClient timeClient(ntpUDP);
41
```

```

42 // Variables to save date and time
43 String formattedDate;
44 String day;
45 String hour;
46 String timestamp;
47
48
49 // Initialize variables to get and save LoRa data
50 int rssi;
51 String loRaMessage;
52 String temperature;
53 String humidity;
54 String readingID;
55
56 // Create AsyncWebServer object on port 80
57 AsyncWebServer server(80);
58
59 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RST);
60
61 // Replaces placeholder with DHT values
62 String processor(const String& var){
63     //Serial.println(var);
64     if(var == "TEMPERATURE"){
65         return temperature;
66     }
67     else if(var == "HUMIDITY"){
68         return humidity;
69     }
70     else if(var == "TIMESTAMP"){
71         return timestamp;
72     }
73     else if (var == "RRSI"){
74         return String(rssi);
75     }
76     return String();
77 }
78
79 //Initialize OLED display
80 void startOLED(){
81     //reset OLED display via software
82     pinMode(OLED_RST, OUTPUT);
83     digitalWrite(OLED_RST, LOW);
84     delay(20);
85     digitalWrite(OLED_RST, HIGH);
86

```

```

87 //initialize OLED
88 Wire.begin(OLED_SDA, OLED_SCL);
89 if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c, false, false)) { // Address 0x3C f
90   Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
91   for(;;); // Don't proceed, loop forever
92 }
93 display.clearDisplay();
94 display.setTextColor(WHITE);
95 display.setTextSize(1);
96 display.setCursor(0,0);
97 display.print("LORA SENDER");
98 }
99
100 //Initialize LoRa module
101 void startLoRA(){
102   int counter;
103
104   //setup LoRa transceiver module
105   LoRa.setPins(ss, rst, dio0); //setup LoRa transceiver module
106
107   while (!LoRa.begin(BAND) && counter < 10) {
108     Serial.print(".");
109     counter++;
110     delay(500);
111   }
112   if (counter == 10) {
113     // Increment readingID on every new reading
114     Serial.println("Starting LoRa failed!");
115   }
116   Serial.println("LoRa Initialization OK!");
117   display.setCursor(0,10);
118   display.clearDisplay();
119   display.print("LoRa Initializing OK!");
120   display.display();
121   delay(2000);
122 }
123
124 void connectWiFi(){
125   // Connect to Wi-Fi network with SSID and password
126   Serial.print("Connecting to ");
127   Serial.println(ssid);
128   WiFi.begin(ssid, password);
129   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
130     delay(500);
131     Serial.print(".");
132   }

```

```

133 // Print local IP address and start web server
134 Serial.println("");
135 Serial.println("WiFi connected.");
136 Serial.println("IP address: ");
137 Serial.println(WiFi.localIP());
138 display.setCursor(0,20);
139 display.print("Access web server at: ");
140 display.setCursor(0,30);
141 display.print(WiFi.localIP());
142 display.display();
143 }
144
145 // Read LoRa packet and get the sensor readings
146 void getLoRaData() {
147     Serial.print("Lora packet received: ");
148     // Read packet
149     while (LoRa.available()) {
150         String LoRaData = LoRa.readString();
151         // LoRaData format: readingID/temperature&soilMoisture#batterylevel
152         // String example: 1/27.43&654#95.34
153         Serial.print(LoRaData);
154
155         // Get readingID, temperature and moisture
156         int pos1 = LoRaData.indexOf('/');
157         int pos2 = LoRaData.indexOf('&');
158         readingID = LoRaData.substring(0, pos1);
159         temperature = LoRaData.substring(pos1 +1, pos2);
160         humidity = LoRaData.substring(pos2+1, LoRaData.length());
161     }
162     // Get RSSI
163     rssi = LoRa.packetRssi();
164     Serial.print(" with RSSI ");
165     Serial.println(rssi);
166 }
167
168 // Function to get date and time from NTPClient
169 void getTimeStamp() {
170     while(!timeClient.update()) {
171         timeClient.forceUpdate();
172     }
173     // The formattedDate comes with the following format:
174     // 2018-05-28T16:00:13Z
175     // We need to extract date and time
176     formattedDate = timeClient.getFormattedDate();
177     Serial.println(formattedDate);
178

```

```

179 // Extract date
180 int splitT = formattedDate.indexOf("T");
181 day = formattedDate.substring(0, splitT);
182 Serial.println(day);
183 // Extract time
184 hour = formattedDate.substring(splitT+1, formattedDate.length()-1);
185 Serial.println(hour);
186 timestamp = day + " " + hour;
187 }
188
189 void setup() {
190 // Initialize Serial Monitor
191 Serial.begin(115200);
192 startOLED();
193 startLoRA();
194 connectWiFi();
195
196 if(!SPIFFS.begin()){
197   Serial.println("An Error has occurred while mounting SPIFFS");
198   return;
199 }
200 // Route for root / web page
201 server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
202   request->send(SPIFFS, "/index.html", String(), false, processor);
203 });
204 server.on("/temperature", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
205   request->send_P(200, "text/plain", temperature.c_str());
206 });
207 server.on("/humidity", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
208   request->send_P(200, "text/plain", humidity.c_str());
209 });
210 server.on("/timestamp", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
211   request->send_P(200, "text/plain", timestamp.c_str());
212 });
213 server.on("/rssi", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
214   request->send_P(200, "text/plain", String(rssi).c_str());
215 });
216 server.on("/mainimage", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
217   request->send(SPIFFS, "/mainimage.jpg", "image/jpeg");
218 });
219 // Start server
220 server.begin();
221

```

```

222 // Initialize a NTPClient to get time
223 timeClient.begin();
224 // Set offset time in seconds to adjust for your timezone, for example:
225 // GMT +1 = 3600
226 // GMT +8 = 28800
227 // GMT -1 = -3600
228 // GMT 0 = 0
229 timeClient.setTimeOffset(0);
230 }
231
232 void loop() {
233 // Check if there are LoRa packets available
234 int packetSize = LoRa.parsePacket();
235 if (packetSize) {
236   getLoRaData();
237   getTimeStamp();
238 }
239 }

```

Anexo 5. Cotizaciones

www.electronicarych.com



MD-ESP32 Modulo Wifi + Bluetooth 2 + 1 Cpu De Doble Nucleo Esp32z

99.50 Q

- 1 +

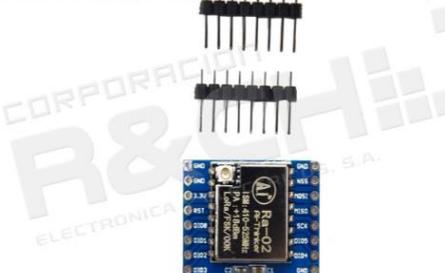
Añadir al Carrito



Descripción:

ESP32 es una antena integrada y balun de RF, amplificador de potencia, amplificadores de bajo ruido.

www.electronicarych.com



MD-Ra-02 modulo Lora SX1278 433MHZ

99.00 Q

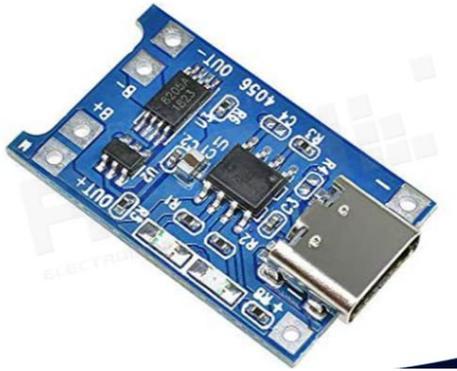
- 1 +

Añadir al Carrito



Tecnología de modulación de espectro extendido LoRa
Salida de potencia de RF constante a + 20dBm-100mW
Cambio de voltaje
Comunicación SPI semidúplex Velocidades de bits programables hasta 300kbps
Alta sensibilidad: hasta -148dBm
Admite modos de modulación FSK, GFSK, MSK, GMSK.

www.electronicarych.com



MD-TP4056C Módulo cargador de batería lithium DIY C USB

16.50 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



Entrada C USB, puede usar directamente el cargador del teléfono para cargar la batería de litio, y aún conserva las almohadillas de voltaje de entrada, puede ser muy conveniente DIY
Voltaje de entrada: 5V Voltaje de corte de carga: 4.2V ± 1%

www.electronicarych.com



MD-DHT11 modulo sensor DHT11 0°C a 50°C 3.3 a 5VDC

27.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



modulo sensor DHT11 0°C a 50°C 3.3 a 5VDC



www.electronicarych.com



MD-LM2596 modulo regulador DC-DC 2A, Vi=3-40, Vo=1.3-35 ajus step-down

21.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



Descripción:
Eficiencia de conversión: Hasta 92% (voltaje de salida mayor, mayor eficiencia)

PS-SP30 pasta para soldar 30g

14.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



pasta para soldar 30g



www.electronicarych.com



Pasta para soldar 30g



Envío a toda Guatemala.
Compre ahora, recíballo en 2 días.

www.electronicarych.com



TN-30F Set de Espaciadores o separadores M3 30mm 4 unidades hembra

18.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



Set de espaciadores M3x30mm incluye 4 espaciadores y 8 tornillos para fijar, especialmente usados para Raspberry Pi, Orange Pi, o cualquier placa electrónica.

www.electronicarych.com



TN-2TMB Terminal Block 2 Tornillos Mediana Azul

2.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



Terminal Block o Bornera 2 tornillos
Distancia entre Pines: 5mm

www.electronicarych.com



ES-1LB1.5 estaño 1lb 60/40 1.5mm

195.00 Q

- 1 +

Añadir al Carrito



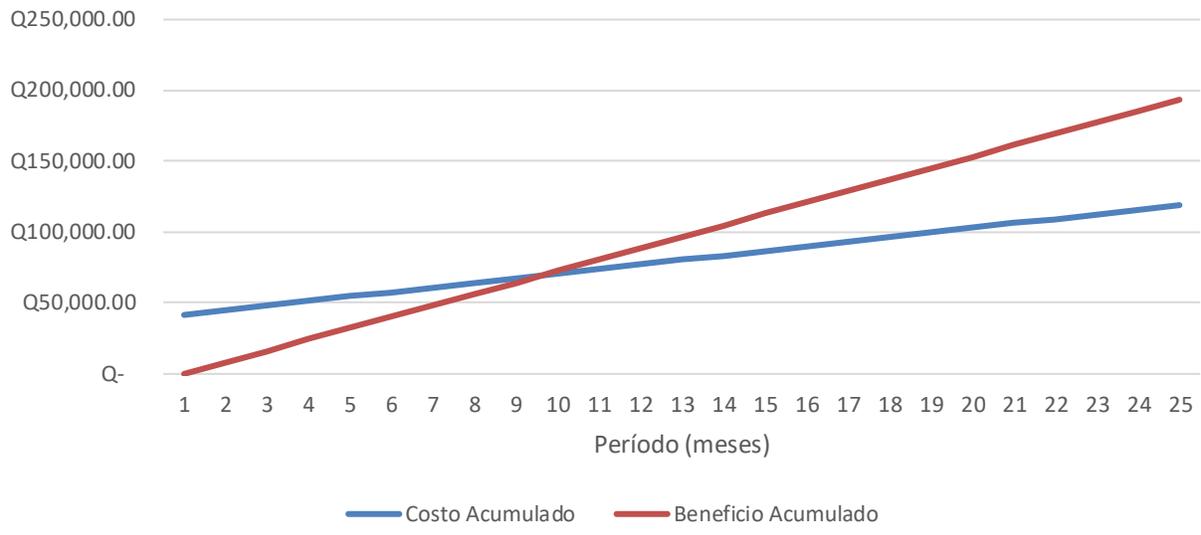
estaño 1lb 60/40 1.2mm

Anexo 6. Escenario optimista +10%

TREMA	18.75%
Tasa de Descuento	4.97%
VAN	Q 330,102.09
TIR	124.28%

Periodo (Mes)	Costo	Costo Acumulado	Beneficio	Beneficio Acumulado	Utilidad (BA-CA)
0	Q 41,600.00	Q 41,600.00	Q -	Q -	-Q 40,638.00
1	Q 3,227.90	Q 44,827.90	Q 8,060.69	Q 8,060.69	-Q 36,767.21
2	Q 3,227.90	Q 48,055.80	Q 8,060.69	Q 16,121.38	-Q 31,934.42
3	Q 3,227.90	Q 51,283.70	Q 8,060.69	Q 24,182.07	-Q 27,101.63
4	Q 3,227.90	Q 54,511.60	Q 8,060.69	Q 32,242.76	-Q 22,268.84
5	Q 3,227.90	Q 57,739.50	Q 8,060.69	Q 40,303.45	-Q 17,436.05
6	Q 3,227.90	Q 60,967.40	Q 8,060.69	Q 48,364.14	-Q 12,603.26
7	Q 3,227.90	Q 64,195.30	Q 8,060.69	Q 56,424.83	-Q 7,770.47
8	Q 3,227.90	Q 67,423.20	Q 8,060.69	Q 64,485.52	-Q 2,937.68
9	Q 3,227.90	Q 70,651.10	Q 8,060.69	Q 72,546.21	Q 1,895.11
10	Q 3,227.90	Q 73,879.00	Q 8,060.69	Q 80,606.90	Q 6,727.90
11	Q 3,227.90	Q 77,106.90	Q 8,060.69	Q 88,667.59	Q 11,560.69
12	Q 3,227.90	Q 80,334.80	Q 8,060.69	Q 96,728.28	Q 16,393.48
13	Q 3,227.90	Q 83,562.70	Q 8,060.69	Q 104,788.97	Q 21,226.27
14	Q 3,227.90	Q 86,790.60	Q 8,060.69	Q 112,849.66	Q 26,059.06
15	Q 3,227.90	Q 90,018.50	Q 8,060.69	Q 120,910.35	Q 30,891.85
16	Q 3,227.90	Q 93,246.40	Q 8,060.69	Q 128,971.04	Q 35,724.64
17	Q 3,227.90	Q 96,474.30	Q 8,060.69	Q 137,031.73	Q 40,557.43
18	Q 3,227.90	Q 99,702.20	Q 8,060.69	Q 145,092.42	Q 45,390.22
19	Q 3,227.90	Q 102,930.10	Q 8,060.69	Q 153,153.11	Q 50,223.01
20	Q 3,227.90	Q 106,158.00	Q 8,060.69	Q 161,213.80	Q 55,055.80
21	Q 3,227.90	Q 109,385.90	Q 8,060.69	Q 169,274.49	Q 59,888.59
22	Q 3,227.90	Q 112,613.80	Q 8,060.69	Q 177,335.18	Q 64,721.38
23	Q 3,227.90	Q 115,841.70	Q 8,060.69	Q 185,395.87	Q 69,554.17
24	Q 3,227.90	Q 119,069.60	Q 8,060.69	Q 193,456.56	Q 74,386.96
25	Q 3,227.90	Q 122,297.50	Q 8,060.69	Q 201,517.25	Q 79,219.75
26	Q 3,227.90	Q 125,525.40	Q 8,060.69	Q 209,577.94	Q 84,052.54
27	Q 3,227.90	Q 128,753.30	Q 8,060.69	Q 217,638.63	Q 88,885.33
29	Q 3,227.90	Q 131,981.20	Q 8,060.69	Q 225,699.32	Q 93,718.12
30	Q 3,227.90	Q 135,209.10	Q 8,060.69	Q 233,760.01	Q 98,550.91
31	Q 3,227.90	Q 138,437.00	Q 8,060.69	Q 241,820.70	Q 103,383.70
32	Q 3,227.90	Q 141,664.90	Q 8,060.69	Q 249,881.39	Q 108,216.49
33	Q 3,227.90	Q 144,892.80	Q 8,060.69	Q 257,942.08	Q 113,049.28
34	Q 3,227.90	Q 148,120.70	Q 8,060.69	Q 266,002.77	Q 117,882.07
35	Q 3,227.90	Q 151,348.60	Q 8,060.69	Q 274,063.46	Q 122,714.86
36	Q 3,227.90	Q 154,576.50	Q 8,060.69	Q 282,124.15	Q 127,547.65

Punto de equilibrio, costo acumulado vs beneficio acumulado (+10%)

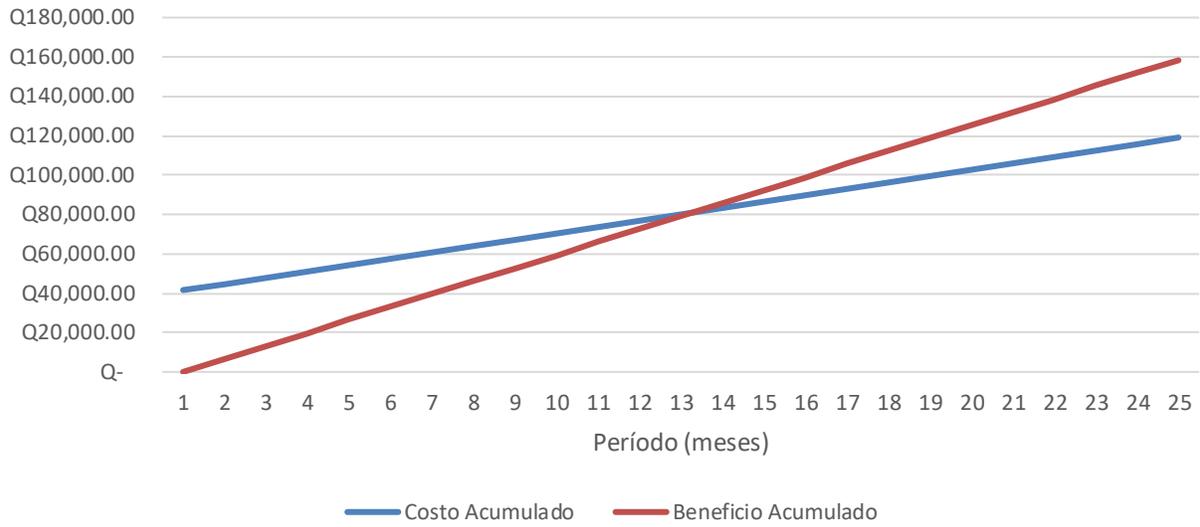


Anexo 7. Escenario pesimista -10%

TREMA	18.75%
Tasa de Descuento	4.97%
VAN	Q 10,319.15
TIR	62.03%

Periodo (Mes)	Costo	Costo Acumulado	Beneficio	Beneficio Acumulado	Utilidad (BA-CA)
0	Q 41,600.00	Q 41,600.00	Q -	Q -	-Q 40,638.00
1	Q 3,227.90	Q 44,827.90	Q 6,595.11	Q 6,595.11	-Q 38,232.79
2	Q 3,227.90	Q 48,055.80	Q 6,595.11	Q 13,190.22	-Q 34,865.58
3	Q 3,227.90	Q 51,283.70	Q 6,595.11	Q 19,785.33	-Q 31,498.37
4	Q 3,227.90	Q 54,511.60	Q 6,595.11	Q 26,380.44	-Q 28,131.16
5	Q 3,227.90	Q 57,739.50	Q 6,595.11	Q 32,975.55	-Q 24,763.95
6	Q 3,227.90	Q 60,967.40	Q 6,595.11	Q 39,570.66	-Q 21,396.74
7	Q 3,227.90	Q 64,195.30	Q 6,595.11	Q 46,165.77	-Q 18,029.53
8	Q 3,227.90	Q 67,423.20	Q 6,595.11	Q 52,760.88	-Q 14,662.32
9	Q 3,227.90	Q 70,651.10	Q 6,595.11	Q 59,355.99	-Q 11,295.11
10	Q 3,227.90	Q 73,879.00	Q 6,595.11	Q 65,951.10	-Q 7,927.90
11	Q 3,227.90	Q 77,106.90	Q 6,595.11	Q 72,546.21	-Q 4,560.69
12	Q 3,227.90	Q 80,334.80	Q 6,595.11	Q 79,141.32	-Q 1,193.48
13	Q 3,227.90	Q 83,562.70	Q 6,595.11	Q 85,736.43	Q 2,173.73
14	Q 3,227.90	Q 86,790.60	Q 6,595.11	Q 92,331.54	Q 5,540.94
15	Q 3,227.90	Q 90,018.50	Q 6,595.11	Q 98,926.65	Q 8,908.15
16	Q 3,227.90	Q 93,246.40	Q 6,595.11	Q 105,521.76	Q 12,275.36
17	Q 3,227.90	Q 96,474.30	Q 6,595.11	Q 112,116.87	Q 15,642.57
18	Q 3,227.90	Q 99,702.20	Q 6,595.11	Q 118,711.98	Q 19,009.78
19	Q 3,227.90	Q 102,930.10	Q 6,595.11	Q 125,307.09	Q 22,376.99
20	Q 3,227.90	Q 106,158.00	Q 6,595.11	Q 131,902.20	Q 25,744.20
21	Q 3,227.90	Q 109,385.90	Q 6,595.11	Q 138,497.31	Q 29,111.41
22	Q 3,227.90	Q 112,613.80	Q 6,595.11	Q 145,092.42	Q 32,478.62
23	Q 3,227.90	Q 115,841.70	Q 6,595.11	Q 151,687.53	Q 35,845.83
24	Q 3,227.90	Q 119,069.60	Q 6,595.11	Q 158,282.64	Q 39,213.04
25	Q 3,227.90	Q 122,297.50	Q 6,595.11	Q 164,877.75	Q 42,580.25
26	Q 3,227.90	Q 125,525.40	Q 6,595.11	Q 171,472.86	Q 45,947.46
27	Q 3,227.90	Q 128,753.30	Q 6,595.11	Q 178,067.97	Q 49,314.67
29	Q 3,227.90	Q 131,981.20	Q 6,595.11	Q 184,663.08	Q 52,681.88
30	Q 3,227.90	Q 135,209.10	Q 6,595.11	Q 191,258.19	Q 56,049.09
31	Q 3,227.90	Q 138,437.00	Q 6,595.11	Q 197,853.30	Q 59,416.30
32	Q 3,227.90	Q 141,664.90	Q 6,595.11	Q 204,448.41	Q 62,783.51
33	Q 3,227.90	Q 144,892.80	Q 6,595.11	Q 211,043.52	Q 66,150.72
34	Q 3,227.90	Q 148,120.70	Q 6,595.11	Q 217,638.63	Q 69,517.93
35	Q 3,227.90	Q 151,348.60	Q 6,595.11	Q 224,233.74	Q 72,885.14
36	Q 3,227.90	Q 154,576.50	Q 6,595.11	Q 230,828.85	Q 76,252.35

Punto de equilibrio, costo acumulado vs beneficio acumulado (-10%)



Carta de Aprobación
Proyecto de Seminario de Especialidad

Datos del Alumno (a):

Nombre completo: HANSEL AARÓN CALDERÓN MARROQUÍN.

No. de Carné: IDE20002575

Nombre Proyecto: "Optimización de Alarmas Externas de Alta Temperatura y Humedad en Shelters Outdoor de Telecomunicaciones para uso Interno del Departamento de Conmutación Área Metropolitana"

Nota Aprobado Reprobado

Coordinador Académico: Ing. Rodrigo Cifuentes MSc.
Especialidad: ADMINISTRACIÓN DE LAS
TELECOMUNICACIONES

Fecha: 11/11/2024

Firma: 

Uso interno de Atención Alumnos y Evaluación:

1. Promedio mayor o igual a 70 Pts. acumulado.
2. Proyecto integrado aprobado.
3. Curso pendiente por aprobar. _____
4. Seminario de Informática.
5. **Tener papelería completa según Artículo 38 según Reglamento Académico:**
 1. Fotocopia completa y legible del documento OFICIAL DE IDENTIFICACIÓN DPI autenticado (La Auténtica deberá indicar número de CUI, nombre completo a quien pertenece).
 1. Fotocopia de anverso y reverso del TÍTULO DE NIVEL MEDIO, deberá contar con los sellos correspondientes de la Contraloría General de Cuentas de la Nación y estar debidamente autenticada (Indicando nombre completo de quien pertenece y nombre del título que obtuvo).

Foto digital en el sistema.



Guatemala, 13 de noviembre de 2024

Señores:
Universidad
Galileo IDEA
Presente.

Por este medio de la presente YO Hansel Aarón Calderón Marroquín que me identifico con número de carné 20002575 y con DPI 2283497960101 actualmente asignado (a) en la carrera: Licenciatura en Tecnología y administración de las Telecomunicaciones

"Autorizo a Instituto de Educación Abierta (IDEA) a la publicación, en el Tesario virtual de la Universidad, de mi proyecto de Graduación titulado:"

Optimización de Alarmas Externas de Alta Temperatura y Humedad en Shelters Outdoor de Telecomunicaciones para Uso Interno del Departamento de Conmutación Área Metropolitana

Como autor (a) del material de la investigación sustentada mediante el protocolo de IDEA. Expreso que la misma es de mi autoría y con contenido inédito, realizado con el acompañamiento experto del coordinador de área y por tanto he seguido los parámetros éticos y legales respecto de las citas de referencia y todo tipo de fuentes establecidas en el Reglamento de la Universidad Galileo

Sin otro particular, me suscribo.

F. _____