



UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA
CENTRO INTERNACIONAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE UNA RED WIFI MESH (MALLADAS) PARA EL USO EN
TELEMEDICINA CON EL FIN DE MEJORAR LA ATENCIÓN QUE BRINDAN LOS
MÉDICOS DEL SECTOR DE BAHÍA DRAKE, EN EL ÁREA DE SALUD DE OSA,
EN EL AÑO 2022**

ELABORADO POR
AARON SANABRIA SANABRIA

TUTOR
MSC.DOXY ELENA NAVARRO PADILLA

HEREDIA, COSTA RICA
AÑO 2022

LICENCIA DE DISTRIBUCIÓN NO EXCLUSIVA

(CARTA DE LA PERSONA AUTORA PARA USO DIDÁCTICO) UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

Yo (Nosotros):	Aaron Sanabria Sanabria
De la Carrera / Programa:	Maestría Profesional en Redes y Telemática
Modalidad de TFG:	Memoria
Titulado:	Diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “AUTOR”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “OBRA”). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “UNIVERSIDAD”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la OBRA, y el AUTOR, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la UNIVERSIDAD, por lo que el AUTOR haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. OCTAVO: El AUTOR concede a UNIVERSIDAD., el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD. puede, sin cambiar el contenido, traducir la OBRA a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. NOVENO: El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD puede conservar más de una copia de este envío de la OBRA por fines de seguridad, respaldo y preservación. El AUTOR declara que el envío de la OBRA es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. DÉCIMO: El AUTOR manifiesta que la OBRA y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la OBRA contiene material del que no posee los derechos de autor, el AUTOR declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a UNIVERSIDAD los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el AUTOR autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la UNIVERSIDAD utiliza la OBRA sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO.** La presente autorización se extiende el día 19 de Agosto de 2022 a las 9:00pm

Firma del estudiante(s):



CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, **19 de Agosto del 2022**

Señores

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

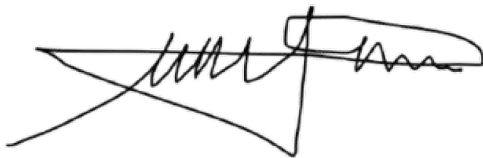
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: **“Diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022”**, elaborado por el estudiante: **AARON SANABRIA SANABRIA**, como requisito para que el (los) citado (s) estudiante (s) pueda (n) optar por el grado académico **MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA**

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,



MSc. Doxy Elena Navarro Padilla

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, **19 de Agosto del 2022**

Señores

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: **“Diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022”**, elaborado por el estudiante: **AARON SANABRIA SANABRIA** como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico **MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA**

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,



Ronald Camacho Perez

Indicar grado académico y nombre completo del Lector

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN


19 de agosto de 2022, Heredia
Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

Por este medio, yo, Ana María Acosta Barrientos, mayor, soltera, filóloga, miembro de la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), carné nro. 100, vecina de San José, portadora de cédula de identidad nro. 1-1380-0827, hago constar que:

1. He revisado el trabajo final de graduación denominado **“Diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022”** para optar por el título de **MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA**
2. El proyecto es sustentado por el estudiante **Aron Sanabria Sanabria**.
3. Revisé el texto en lo relativo a la ortografía y puntuación, riqueza, propiedad y precisión léxicas, adecuación morfosintáctica, construcción de los párrafos, uso de conectores y cohesión, así como lo correspondiente al formato de estilo y citación APA (7ma. edición). De igual modo se atendieron las particularidades adicionales solicitadas, referentes a la forma y fondo del documento.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos del centro académico, se suscribe atentamente,



Ana María Acosta Barrientos
Filóloga/ Carné nro.100

Egresada de la Lic. Ana María Acosta Barrientos

MANIFESTACIÓN EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El suscrito, **ARON GABRIEL SANABRIA SANABRIA** con cédula de identidad número **113980553**, exonero de toda responsabilidad a la Universidad Latina, campus Heredia; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente trabajo final de graduación, para optar por el título de **MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA** de la Universidad Latina, campus Heredia; por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en este. Asimismo, autorizo a la Universidad Latina, campus Heredia, a disponer de dicho trabajo para uso y fines de carácter académico, publicándolo en el sitio web; así como en el CRAI.

Heredia, **19 de agosto del dos mil veintidós**



AARON SANABRIA SANABRIA

DECLARACIÓN JURADA

El suscrito(a), **ARON GABRIEL SANABRIA SANABRIA** con cédula de identidad número **113980553**, declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: Que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, modalidad memoria; para optar por el título de **MAESTRÍA PROFESIONAL EN REDES Y TELEMÁTICA** de la Universidad Latina, campus Heredia, y que el contenido de dicho trabajo es obra original del suscrito.

Heredia, **19 de agosto del dos mil veintidós**



AARON SANABRIA SANABRIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final de graduación a mi familia, quienes son mi pilar y mi motivación, a mi hija Alexandra Sanabria, quien me vino a dar un nuevo impulso para terminar mi carrera, a mi esposa Johanna Sánchez, quien nunca ha dejado de creer en mí.

Y sobre todo a mis padres, Flory Sanabria y Daniel Sanabria, quienes en todo momento durante muchos años estuvieron a mi lado, dándome fuerzas e impulsándome a nunca darme por vencido y sobre todo haciendo un enorme sacrificio para que pudiera llegar hasta este momento donde culminan mis estudios de maestría.

TABLA DE CONTENIDOS

LICENCIA DE DISTRIBUCIÓN NO EXCLUSIVA	ii
CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR	iv
CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR	v
CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO	vi
MANIFESTACIÓN EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	vii
DECLARACIÓN JURADA	viii
DEDICATORIA	ix
TABLA DE CONTENIDOS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE CUADROS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
CAPÍTULO I: PROBLEMA Y PROPÓSITO	1
1.1 Estado Actual de la Investigación.....	2
1.1.1 Introducción	2
1.1.2 Antecedentes	3
1.1.3 Descripción del Tema	7
1.1.4 Información Existente	8
1.2 Delimitación del Tema.....	12
1.2.1 Aporte del Investigador.....	12
1.2.2 Sujeto de Estudio.....	12
1.2.3 Delimitación Espacial.....	12
1.2.4 Delimitación Temporal.....	13
1.3 Planteamiento del Problema	14
1.3.1 Sistematización del Problema	15
1.4 Planteamiento de la Hipótesis	16
1.5 Objetivos	17
1.5.1 Objetivos Generales	17
1.5.2 Objetivos Específicos.....	18
1.6 Justificación	19
1.6.1 Justificación Práctica	20

1.6.2	Justificación Metodológica.....	20
1.6.3	Justificación Teórica	21
1.7	Alcances y Limitaciones.....	21
1.7.1	Alcances.....	21
1.7.2	Limitaciones.....	21
CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		23
2.1	Marco Situacional.....	24
2.2	Marco Conceptual	29
2.2.1	E-Health o E-Salud	30
2.2.2	Telemedicina	32
2.2.3	Red Wi-Fi MESH (malladas)	34
2.2.4	Redes y Tecnologías Inalámbricas.....	36
2.2.4.1	Ventajas y desventajas de redes inalámbricas.....	40
2.2.4.2	Clasificación de las Redes Inalámbricas	41
2.2.4.2.1	PAN inalámbrica (Redes Inalámbricas Personales)	43
2.2.4.2.3	MAN Inalámbricas (Redes Inalámbricas Metropolitanas)	45
2.2.4.2.4	WAN inalámbrica (Redes Inalámbricas de Amplio Rango)	46
2.2.4.2.5	LAN inalámbrica (estándar IEEE 802.11)	47
2.2.5	Capa Física	49
2.2.6	PSK (Modulación de Desplazamiento de Fase)	50
2.8	DSSS (Espectro Expandido por Secuencia Derecha).....	50
2.2.7	OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal)	51
2.2.8	Capa MAC.....	52
2.2.8.1	CDMA/CA (Acceso Múltiple con Detección de Portadora con Prevención de Colisiones)	53
2.2.8.2	RTS/CTS (Solicitud de Envío / Permiso de Envío)	54
2.2.9	IEEE 802.11a	54
2.2.10	Modelo de Referencia OSI.....	55
2.2.11	El Modelo de Referencia TCP/IP	56
2.2.11.1	Las Capas del Modelo TCP/IP	57
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		58
3.1	Enfoque Metodológico y el Método Seleccionado	59
3.1.1	Enfoque Cualitativo	59
3.1.2	Enfoque Cuantitativo	59

3.1.3 Enfoque Mixto.....	60
3.2 Método.....	61
3.2.1 Método Deductivo	61
3.2.2 Método Inductivo.....	61
3.3 Tipo de Investigación.....	62
3.3.1 Tipo Exploratoria	62
3.2.2 Tipo Descriptiva.....	63
3.2.3 Tipo Correlacional	63
3.2.4 Tipo Explicativa.....	63
3.4 Descripción del Contexto o del Sitio, en dónde se lleva a cabo el Estudio	64
3.5 Las cCaracterísticas de los Participantes y las Fuentes de Información.....	64
3.5.1 Sujetos de información	64
3.5.2 Fuentes de Información Primaria.....	65
3.5.3 Fuentes de Información Secundaria.....	65
3.6 Población.....	65
3.6.1 Población Infinita.....	66
3.7 Las Técnicas e Instrumentos para la Recolección de los Datos.....	66
3.7.1 Entrevista	67
3.7.2 Revisión Documental.....	68
3.8 Validez de las herramientas de investigación	68
3.8.1 Variables.....	68
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	72
4.2.1 Análisis de la encuesta	73
Objetivo 1: Beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles.....	73
Objetivo 2: Requerimientos de equipos necesarios para el diseño de la red Mesh.....	75
Objetivo 3: Factibilidad económica.....	76
Objetivos 4: Procedimiento técnico.....	77
4.2.2 Entrevista a personal médico del Área de Salud de Osa.....	79
Objetivo 1: Beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi Mesh	79
Objetivo 2. Requerimientos de equipo necesario.....	81
Objetivo 3: Factibilidad económica.....	81
Objetivos 4: Procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh	82

Objetivo 5: Pruebas de la red WiFi Mesh.....	82
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. Conclusiones.....	84
5. 2. Recomendaciones	86
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	88
6.1 Introducción	89
6.2 Descripción de la Propuesta.....	89
6.3 Objetivos de la Propuesta	89
6.3.1 Objetivo General	89
6.3.2 Objetivos Específicos.....	90
6.3 Justificación de la Propuesta.....	90
6.4 Alcance	91
6.5 Ubicación Geográfica	91
6.7 Introducción a la Propuesta	92
6.8 Evaluación de los Dispositivos.....	92
6.9 Propuesta	93
Bibliografía	103
Apéndice.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Zona Bahía Drake	13
Figura 2. Clasificación de las redes inalámbricas.....	42
Figura 3. Ejemplo de red inalámbrica WPAM.....	44
Figura 4. Esquema de WLAN en un hogar.....	45
Figura 5..Ejemplo de red inalámbrica MAN.....	46
Figura 6. Ejemplo de red inalámbrica WAN.....	47
Figura 7. Ubicación EBAIS.....	91
Figura 8. Diagrama de red	95
Figura 9.Mapa de calor banda 5Ghz.....	96
Figura 10. Mapa de calor banda 2.4Ghz	97
Figura 11. Diagrama lógico de red.....	97

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica.....	26
Cuadro 2.Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica.....	28
Cuadro 3. Aplicación de instrumentos y técnicas considerando la población de interés	68
Cuadro 4. Variables.....	70
Cuadro 5 Estudio de Mercado.....	93
Cuadro 6. Tabla de Presupuesto.....	98
Cuadro 7. Diagrama de Gantt	99
Cuadro 8 Matriz de responsables.....	100
Cuadro 9 Etapas de seguimiento y cierre	101

RESUMEN EJECUTIVO

Por medio de esta investigación se puede comprobar que con un poco de planificación es posible idealizar e implementar una red mallada inalámbrica altamente confiable y segura a un costo muy bajo, o incluso nulo, si el objetivo de la red es organizar varios enrutadores y varias redes ya existentes en una red más eficiente y robusta, dando usos ilimitados, en este caso para la prestación de servicios de redes WiFi Mesh (malladas) y su aplicación en *e-health*, el campo de la telemedicina en Costa Rica.

Los beneficios que puede traer el diseño de una red implementada de esta manera son evidentes: las organizaciones pueden reducir costos haciendo un mejor uso de sus equipos. Las instituciones sanitarias pueden brindar a sus usuarios un acceso a la telemedicina más controlado y de mejor calidad. Las comunidades con poco desarrollo de infraestructura, donde no hay Internet alámbrico, o cuyos habitantes no tienen suficiente poder adquisitivo para tener una conexión propia, pueden usar las redes municipales diseñadas de esta manera.

Este proyecto apunta no solo a la eficiencia y conectividad, sino principalmente a que sea de gran utilidad y gran valor para la sociedad, permitiendo servicios de redes WiFi Mesh (malladas) y su aplicación en *e-health*, el campo de la telemedicina en Costa Rica.

En el presente caso, el capítulo I trata de definir los objetivos de la investigación, en este caso referido al diseño de la red WiFi Mesh en el sector de Bahía Drake, donde se indican los objetivos, la justificación y el problema, entre otros. El capítulo II refiere al marco situacional, así como a los conceptos y teorías de la investigación.

El capítulo III remite a la metodología, la cual básicamente consiste en la realización de entrevistas cuyos resultados se exponen en el capítulo IV. Esto lleva a las conclusiones y recomendaciones por objetivos en el capítulo V. Finalmente la propuesta se muestra en el capítulo VI.

CAPÍTULO I: PROBLEMA Y PROPÓSITO

1.1 Estado Actual de la Investigación

1.1.1 Introducción

De las principales ventajas que se obtienen con el uso de las TIC (Tecnologías de la Información), cabe destacar el aumento de la credibilidad, la eficiencia, la precisión y la organización, aunadas a la capacidad de realizar tareas de forma remota.

Como indica el sitio Enfermería Digital (2022), tanto la Comisión Europea como la Organización Mundial de la Salud (OMS) expresan que la conceptualización de *e-Health* se refiere al “desarrollo de herramientas de gestión, telemedicina y teleasistencia basadas en las TIC para reducir los gastos sanitarios, asegurar el alcance universal de la atención socio sanitaria y mejorar su calidad” (párr.20),

En este sentido, se suman al desafío de los países, los ingresos medios y bajos que tienen presupuestos muchas veces restringidos que les impiden expandir sus servicios. El popularizar las herramientas de *e-Health* a un costo razonable y en amplias zonas geográficas, permite disminuir al menos en parte, estas carencias. La desventaja, según se señala en el sitio de Enfermería Digital, es que se requieren iniciativas articuladas y voluntad política, además por supuesto de los debidos estudios, para adaptarse a cada realidad social y económica.

De manera general, se puede introducir el tema de las TIC en este campo, por ejemplo, cuál es el rol de las TIC en este campo de estudio, qué importancia tienen, esto se traduce en una reducción de errores y duplicidad de servicios como la prescripción de exámenes, pero también en una reducción de los tiempos de espera y visitas innecesarias a los hospitales.

El integrar redes de comunicaciones libres en lugares o edificios, se ha convertido en una necesidad en el mundo actual, en donde se pueden encontrar este tipo de redes tanto en instituciones públicas o gubernamentales, como en lugares privados, por ejemplo, en oficinas y otros lugares de trabajo. Cada día son más las

ciudades en donde se decide por la incorporación de redes WiFi libres, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la ciudadanía.

1.1.2 Antecedentes

Como resultado, las unidades de salud trabajan de manera más eficaz y eficiente; la implementación de las TIC en el sector salud facilita el acceso a la información, con el consiguiente ahorro de tiempo y mayor organización. En el caso red WiFi Mesh (malladas) y su uso en la telemedicina destacan las siguientes investigaciones:

Viloria, Cardona y Lizano (2009) en el artículo “Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina consideran que la telemedicina ayuda a la universalidad” estiman que la telemedicina ayuda a la universalización de los servicios médicos en las comunidades apartadas. Se indica:

Para dar acceso a servicios de telemedicina en zonas rurales es preciso contemplar la alternativa de soluciones inalámbricas mediante la interconexión de los distintos nodos seleccionados, dadas las ventajas que presentan (sic) este tipo de tecnologías sobre otras que utilizan medios guiados por la conexión física. Por esta razón se hace necesario realizar un estudio entre las diferentes tecnologías inalámbricas que cumplen con las características esenciales para prestar servicios de telemedicina. El objetivo del estudio es analizar los distintos aspectos de las tecnologías a fin de escoger la más apropiada para el caso de la telemedicina en zonas rurales (párr.2).

Se procede a comparar la tecnología WiFi, y la GPRS (General Packet Radio Service). Para lo que interesa, llegan a concluir que la tecnología WiFi Mesh es más robusta, tiene mayor calidad y seguridad, y también la posibilidad de configurar de forma dinámica enlaces inalámbricos y nuevas tipologías de red, lo que permite recuperar los enlaces automáticamente.

A su vez Simón, Osuna, Seoane y Martínez (2009) escriben el artículo “Router solar auto configurable para redes Mesh IEEE 802.11 de telemedicina rural en América Latina”, y manifiestan que se requieren ciertas tecnologías inalámbricas para la telemedicina en entornos rurales aislados, lo que los lleva a elaborar un *router* solar de bajo costo, que usa redes WiFi de larga distancia y alta velocidad. El prototipo de uso en la red de Perú, y se centran en la tecnología Mesh, indicando que:

Algunos experimentos realizados por nuestro grupo han permitido demostrar en cadenas de nodos Mesh que se puede garantizar una calidad de servicio diferenciada a voz, vídeo y datos elásticos si se pueden acotar las prestaciones de los enlaces. Resultaría de interés para trabajos futuros que las prestaciones de los enlaces de la red se estimaran de forma dinámica y que el reparto de los recursos se adaptara a lo largo del tiempo a los cambios, ofreciéndose incluso un control de admisión adaptativo (p.7).

Los autores concluyen que en red Mesh Ad-Hoc solo existe la posibilidad de tener una seguridad de nivel 2 por medio del WEP o del WPA. Por esta razón, se requieren otros mecanismos adicionales que tengan una mayor seguridad. A pesar de eso, la consideran la mejor alternativa para la formación del personal sanitario regional, y poder acceder a información reciente en salud.

Limón (2017) en la tesis de grado titulada “Diseño de una red Mesh de UAVs para proporcionar servicios de comunicaciones” pretende en la investigación considerar y evaluar la utilidad que pueda tener una red móvil integrada por UAVs, capaz de proporcionar servicios de comunicaciones de forma inalámbrica a los diversos equipos que se sitúen en la superficie terrestre.

Con la red se contará con múltiples puntos de accesos que se encargarán de dar cobertura inalámbrica a la zona que sobrevuelan en ese instante. La idea es que la red de comunicaciones formada por los drones funcione de forma parecida a la red celular de telefonía móvil. Los drones funcionarían como torres de comunicaciones y

la comunicación entre las distintas torres (drones en este caso), debe ser transparente para los usuarios.

Para el desarrollo de la propuesta en la investigación de Limón se hace uso de LibreMesh, la cual es una iniciativa llevada adelante por miembros de redes comunitarias de diferentes continentes que se organizan para unificar esfuerzos en el desarrollo de herramientas útiles para facilitar el despliegue de Redes Libres para cualquier comunidad del mundo. La herramienta principal es el firmware LibreMesh: basado en OpenWrt y LEDE, estandariza la creación de comunidades Wifi y provee de itinerancia a las comunidades existentes.

Por medio del desarrollo del trabajo de Limón (2017) se logra armar una infraestructura robusta capaz de proporcionar servicios de comunicaciones a los clientes que se conecten a esta, cumpliendo con las necesidades que la caracterizan por tratarse de una red móvil sobre UAVs.

A nivel más general, Ayón (2020) en “Beneficios de implementar una red con tecnología Mesh en las redes inalámbricas Universitarias: Caso de estudio Universidad Estatal del Sur de Manabí” (en Ecuador) comenta los problemas de seguridad de las redes inalámbricas, y el cómo esta tecnología puede ayudar a mejorar este aspecto y la conectividad.

Se indicó que, en el caso de la universidad estudiada, el WiFi Mesh requiere de la infraestructura adecuada, que en este momento no se posee. Además de utilizar tecnologías que sean innovadoras como los equipos WiFi 6, que ayuden a ampliar la cobertura del campus universitario. Todo esto requiere de un mayor presupuesto al disponible.

Bautista y Valencia (2022), en el trabajo investigativo titulado “Proyecto de investigación para el diseño e implementación de redes Mesh como opción de conectividad a internet en entornos rurales”, basa en diversos estudios que plantean las redes inalámbricas en malla como una solución acertada para cubrir largas distancias en diversas geografías y en distintas partes del mundo.

Estos autores señalan que en las comunidades de las zonas rurales en Colombia se presentan dificultades para acceder a la red de internet y, en términos generales, a los servicios que se ofrecen mediante las tecnologías de red y comunicaciones, por ejemplo, servicios de educación virtual, financieros, de salud, entre otros. Lo anterior, debido a esa baja cobertura que brindan los operadores de internet, los altos costos de inversión, la geografía de los territorios o el difícil acceso, como también el bajo poder adquisitivo de las poblaciones, entre otros factores. Por ello, se proponen como objetivo: Diseñar una red inalámbrica mediante la tecnología en malla Mesh, como alternativa de solución para mejorar la conectividad a internet en las zonas rurales de Colombia.

En la propuesta de Bautista y Valencia se establece la instalación de redes inalámbricas utilizando la topología de multisalto Mesh, la cual ha demostrado ser una solución viable y a bajo costo en zonas rurales de otros países alrededor del mundo; y producto de los buenos resultados en Colombia, han surgido iniciativas que han implementado modelos a pequeña escala para redes inalámbricas comunitarias.

Gangi (2019) presenta su trabajo final de grado titulado "Implementación de redes Mesh para IoT", desde el cual muestra un estudio y análisis de las ventajas que conlleva el uso de la topología de red Mesh para el internet de las cosas y desarrollar una tecnología de red Mesh y resolver limitaciones que se encuentran en el uso de dispositivos IoT.

Señala Gangi (2019) que las redes Mesh pueden aportar muchas ventajas cuando son usadas en redes de dispositivos IoT, y la más destacada es su versatilidad. Asimismo, comenta que cuando se utiliza una topología de malla, y se requiere añadir un nuevo nodo, lo que se requiere es instalar un el nuevo dispositivo directamente en el área dentro del alcance de la red, tan simple como eso. "La capacidad y el alcance de la red se amplía sin introducir nuevas conexiones" (p.18).

Como conclusiones de la investigación y después de realizar todas las pruebas de implementación de redes Mesh, se menciona:

- Para caso domiciliario, tener la capacidad de equipar todo un hogar con dispositivos inteligentes y poder controlar la totalidad de las partes de una casa desde cualquier sitio sin importar al alcance del *router* Wifi es una de las ventajas de esta implementación.
- En cuanto al ámbito empresarial, esta implementación puede hacer ahorrar al empleador mucho dinero, ya que permite hacer servicios de mantenimiento de forma remota sin la necesidad de un empleado destinado a eso o sin tener que enviar a un empleado al lugar, poniéndolo en riesgo.
- Por último, en el caso rural, poder ser capaz de hacer un seguimiento constante de animales o cultivo con datos en tiempo real permite al propietario una actuación más selectiva. Ya sea un sistema de riego en el caso de un campo con cultivos o predecir comportamientos o ubicación de ciertos animales. (¿Esto es copiado textual? o redactado por vos a partir de la lectura, en todo caso escoger (Gangi, 2019).

La propuesta de la investigación radica en la búsqueda de un mercado, de un producto innovador, versátil, pequeño, funcional y sobre todo adaptable a las condiciones del usuario.

1.1.3 Descripción del Tema

Para el desarrollo de la presente investigación se escoge como tema de estudio las “Redes WiFi Mesh (malladas) y su aplicación en *e-health* el campo de la telemedicina en Costa Rica”, como consecuencia del uso de la atención médica bajo la modalidad virtual producto de la pandemia por el Covid-19; en donde se tuvo que cambiar la modalidad de atención de pacientes para evitar una propagación mayor del virus.

La telemedicina se puede entender como lo señala el Dr. Llordachs (2020):

Busca mejorar la salud de un paciente, permitiendo la comunicación interactiva en tiempo real entre el paciente, y el médico o profesional a

distancia. Esta comunicación electrónica conlleva el uso de equipos de telecomunicaciones interactivas que incluyen, como equipamiento mínimo, audio y vídeo (párr.3).

La telemedicina no funciona de manera adecuada y no cumple con sus objetivos si no se cuenta con la tecnología necesaria para su implementación, en donde por medio de una serie de dispositivos digitales los médicos logran conectarse con los pacientes. Además del uso de hardware se requiere de software especializados que permiten una gestión de trabajo *online* y de una capacidad de almacenamiento de información.

Para lograr realizar las conexiones entre dispositivos o lugares se requiere redes WWiFi, por medio de las cuales los usuarios puedan conectarse y así establecer relaciones de algún tipo. En este caso específico, lograr una conexión efectiva desde un centro médico con un paciente que se encuentra en otro lugar físico es viable por medio de la red Mesh, al ser escalable puede cubrir varios cientos de metros cuadrados de distancia.

Las redes Mesh presentan una serie de ventajas como: optimización de los recursos para conseguir una mayor calidad de señal, mayor cobertura y facilidad de instalación.

1.1.4 Información Existente

A continuación, se muestran cinco artículos relacionados con el tema de estudio, los cuales sirven de referencia sobre trabajos e investigaciones realizadas para fundamentar la teoría de la presente investigación:

-Red Mesh como modelo alternativo de conectividad en instituciones de educación superior, caso de estudio Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (Jurado, Castillo, Vera y Salgado, 2022).

En este artículo, los autores se enfocan en determinar los beneficios de implementar una red con tecnología Mesh en las redes inalámbricas de la

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador; con el objetivo de mejorar la conectividad.

Como metodología para el desarrollo del artículo, se realizó una revisión bibliográfica y sistemática de libros, artículos científicos, revistas e informes para sustentar la teoría de la investigación; y se incluye una entrevista aplicada a una muestra de estudio de 8 personas escogidas de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres.

Este presenta de manera inicial una definición de la red Mesh, la cual señala que

Las redes Mesh según Bautista (2014), son un tipo de red inalámbrica conformada por un router también conocido como estación base y los puntos de acceso, los cuales se encargan de comunicarse entre sí, de esta manera los usuarios pueden desplazarse por cualquier lugar donde llegue la cobertura de la red con la principal característica de que estarán conectados siempre a una red WiFi utilizando siempre el mismo ID y contraseña (p.127).

En cuanto a los beneficios de las redes Mesh, en la parte teórica del artículo se mencionan algunos señalados por distintos autores:

- se destaca que por emplear una configuración intuitiva lista para usarse el sistema operativo del equipo tecnológico se encarga de buscar por el usuario la mejor forma de conseguir la señal óptima en todo momento, los dispositivos Wifi Mesh son los equipos empleados para la conexión de la red, estos tienen las características de estar bien diseñados, a tal punto que no se parecen a los routers clásicos, y menos aún a los puntos de acceso extras utilizados para ampliar su cobertura en cualquier momento.
- la tecnología Mesh expone una reducción de costo en su implementación, ya que cada nodo puede actuar como cliente y como repetidor de la red, de esta forma suple completamente la necesidad de utilizar infraestructuras de repetición o que tengan nodos centrales.

- la tecnología Mesh ofrece la posibilidad de contar con una red robusta ya que, al ser una red mallada, si en algún momento uno de los nodos pierde servicio, se comprime la posibilidad de que esto afecte al resto de los nodos, por lo cual claramente este tipo de redes son las indicadas para acabar con los problemas de conectividad en zonas de mayor rango de cobertura (p.127-128).

De lo anterior se rescata que las redes Mesh contribuyen a hacer más ágiles las comunicaciones inalámbricas, en donde la señal es replicada hacia los diferentes lugares que se puedan tener conectividad de alto rango, por ejemplo, en campus universitarios, hoteles, hospitales, entre otros.

Como parte de los resultados obtenidos se determinó que la mayoría de los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, consideran que la cobertura es uno de los temas que delimitan el funcionamiento óptimo de la red. Un porcentaje mínimo indica que es la velocidad de navegación; de igual manera, otro porcentaje de estudiantes afirmó que la cobertura de la institución es regular, y un menor porcentaje indica que la cobertura del servicio de internet inalámbrico es buena.

Lo expuesto permitió llegar a la conclusión que las redes Mesh pueden brindar una solución a todos los problemas de cobertura dentro de un área extensa. La gran parte de los inconvenientes de cobertura se relacionan con la utilización de la infraestructura adecuada. Por tal razón, actualmente las redes Mesh se están implementando con el propósito de resolver cada uno de los inconvenientes de seguridad, conectividad y velocidad de transmisión que presentan las redes inalámbricas más utilizadas hasta el momento.

-Caracterización de radioenlaces para interconectar el nuevo hospital de La Candelaria con sus puestos de salud en Purificación para el desarrollo de la telemedicina (Tapias y Camacho, 2019).

La conectividad actualmente constituye una necesidad de manera particular en puestos de salud, en donde es necesario poder comunicarse con los pacientes y brindar la atención médica requerida por ellos. Así es como se plantea como objetivo de la investigación: lograr conectar al Hospital Purificación con otros puestos de salud que se encuentran ubicados en zonas geográficas bastante alejadas, presentando problemas de conectividad.

Como metodología de la investigación se realizó un estudio exploratorio ya que los autores consideraron que no existía evidencia sobre el desarrollo de investigaciones relacionadas con la conectividad en los municipios de la zona en estudio. Para el análisis de la conectividad se hizo uso de un software libre radio Mobile, el cual permitió el cálculo de radioenlaces para analizar las características de antenas y factores que pudieran afectar el radioenlace. El trabajo se realizó en fases que comprendieron: 1) Fase exploratoria; 2) Fase 2: Resultados sobre diseño y simulaciones; y 3) Discusión y conclusiones.

Estos autores definen las redes inalámbricas como redes que utilizan ondas de radio para conectar dispositivos sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo, como las redes de gran alcance inalámbrico (WWAN), las cuales permiten la conexión de redes y usuarios de zonas geográficamente distantes (p.122).

Para el desarrollo de la investigación y para lograr el objetivo planteado el trabajo siguió las siguientes etapas de desarrollo de radioenlace: 1) análisis de posibles sitios para instalación de antenas; 2) creación de perfil de elevación; 3) determinación de posibles obstáculos; 4) determinación de altura a la cual instalar las antenas; 5) cálculo del margen de desvanecimiento; 6) cálculo del umbral o sensibilidad de receptor; 7) potencia de recepción; 8) potencia de transmisión; 9) selección de antenas; y 10) criterios de calidad del radioenlace.

Como conclusión se indica que, gracias a la investigación de los requerimientos del proyecto, fue posible encontrar el equipo Radio Enlace InfiLINK XG 1000, producto de INFINET, el cual permite el trabajo en la banda de los 4.9 a 6 GHz y posee factores como ganancia, potencia de transmisión y sensibilidad de receptor que garantizan un enlace confiable y viable.

1.2 Delimitación del Tema

1.2.1 Aporte del Investigador

En la actualidad, no existe una guía sobre la forma en que una Red WiFi Mesh se puede diseñar e instalar en una clínica o EBAIS. Esta falta de guía hace que cualquier persona tenga que consultar tipos, equipos, precios, los procesos de instalación y la implementación que se requiere. Por lo tanto, el estudio ayuda a disminuir errores y tiempos en el proceso.

Objeto de estudio

El objeto de estudio requiere a la Tecnología WiFi Mesh, sus características y formas de usarlo para el uso de la telemedicina.

1.2.2 Sujeto de Estudio

Las personas consultadas en este estudio son tanto expertos en el tema de las redes WiFi Mesh, como funcionarios del sector de la Bahía Drake del Área de Salud de Osa, que conocen las necesidades de telemedicina. Es decir, se complementa la perspectiva técnica con las necesidades del sistema de salud.

1.2.3 Delimitación Espacial

Como se ha indicado, los médicos están en el sector de Bahía Drake. Al respecto, el sitio Go Visit Costa Rica (2022) indica que esta zona se encuentra lado norte de la Península de Osa, entrando en el Océano Pacífico. Es un escenario con mucha vegetación, incluyendo bosques, además de las áreas de playa. Para Go Visit Costa Rica (2022) es un sitio que visitan turistas para el "...buceo, kayak, natación, paseos a caballo, pesca deportiva, observación de aves y senderismo" (párr.4).

Figura 1. Mapa Zona Bahía Drake



Fuente: Go Visit Costa Rica. (2022). *Drake Bay, Puntarenas Sur*, <https://www.govisitcostarica.co.cr/region/city.asp?CID=349>

1.2.4 Delimitación Temporal

El período de realización de la investigación son los meses de mayo a julio de 2022. Propiamente, el trabajo se organiza durante la primera quincena de junio, cuando se dio el trabajo de campo con la recolección de las entrevistas. En la segunda quincena se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones.

1.3 Planteamiento del Problema

Hernández, Cruz, Cadena y Montero (2020) comentan que existe una importante evolución en las redes inalámbricas debido a la aparición de nuevos equipos que aumentan la comunicación. Los dispositivos móviles con conectividad WiFi (Wireless Fidelity) facilitan mejores conexiones inalámbricas que favorecen la calidad de los servicios. En estos casos Hernández et al. (2020) consideran que la tecnología Mesh (malla) es la mejor para zonas alejadas de difícil acceso.

... esto quiere decir que no nos conectan al punto más cercano sino al que, aunque esté más alejado de nuestro dispositivo, nos dará la mejor señal WiFi y tecnología MIMO 2x2 (Multiple Input – Multiple Output) esto quiere decir que tiene mayor cobertura en zonas de difícil acceso, al rebotar la señal se hace más potente (p.34).

Debe mencionarse que Bahía Drake está antes del Parque Nacional de Corcovado. Está en la Península de Osa y tiene caminos largos y empinados, por lo que llegar desde cualquier parte del país toma horas. Es una zona turística porque se puede contemplar gran cantidad de flora y fauna. Por lo tanto, a pesar de su belleza la comunicación vía terrestre o por medio de internet es deficiente (Costarica.org, 2022).

Para estos escenarios, se considera que este tipo de tecnología es la más adecuada debido a la seguridad que brinda al transportar los datos públicos al viajar en la red privada, y así el Área de Salud de Osa pueda realizar una serie de servicios médicos de forma remota, es decir, mediante telemedicina. En la actualidad, la tecnología con la que se cuenta es básica y limitada (conexión a Internet de baja velocidad), y esto afecta la relación y la información que requieren por parte de las autoridades del Área de Salud de OSA en aspectos muy variados. Las condiciones de lejanía hacen que la red WiFi Mesh (Malladas) sea la más viable.

A partir de ahí la investigación debe esclarecer varios aspectos. Primero, los beneficios que se obtienen de acuerdo con las necesidades que requieren los médicos para valorar si realmente tienen un impacto la red WiFi Mesh. Luego, valorar

los costos y los equipos para consultar si las autoridades del Área de Salud de Osa están de acuerdo con la inversión. Posteriormente, proponer cómo se va a implementar la red, tomando en cuenta a Hernández et al. (2020) en cuanto mencionan que debe tener el diseño lógico de la red y el diseño de la red física. Finalmente, dejar planteado el cronograma que servirá de guía para el uso de la red con la finalidad de comprender el diseño y sus intervenciones en el proceso. Todo lo anterior conlleva a la pregunta de:

¿Cómo debe ser el diseño de una red WWiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022?

La pregunta general conlleva los siguientes subproblemas:

¿Qué beneficios tendría la implementación de una red WWiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles en el sector de la Bahía Drake entre los médicos y funcionarios del Área de Salud de Osa?

¿Qué requerimientos son necesarios para para el diseño de la red Mesh en el sector de Bahía Drake?

¿Cuál es la factibilidad económica de acuerdo con la opinión de las autoridades del Área de Salud de Osa?

¿Cuál va a ser el procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh utilizando pruebas a la red?

¿Cómo se deben realizar las pruebas de la red WiFi Mesh basadas en las sugerencias de los técnicos del Área de Salud de OSA por medio de metas que valoren los niveles de cumplimiento?

1.3.1 Sistematización del Problema

La finalidad tiene la necesidad de responder la interrogante de establecer los beneficios de la red WiFi Mesh, pues, aunque la telemedicina tiene beneficios

intrínsecos, se quiere tener una noción sobre: ¿Qué servicios concretos se pueden mejorar? Luego se tiene que dar la valoración de los equipos, son conveniencia, y ¿cuáles son los más adecuados en el caso del Área de Salud de Osa, en Bahía Drake?

Todo esto implica una serie de decisiones que en otro trabajo, la autoridad administrativa deberá valorar, y remite a ¿qué posibilidades económicas son necesarias para llevar a cabo el proyecto? Luego viene la parte más propia de la carrera de redes y telemática que remite a ¿cómo instalar los equipos teniendo en cuenta las necesidades del Área de Salud? Una vez instalados los equipos, debe verificarse que funcionan bien, lo que remite a ¿cómo realizar las pruebas requeridas?

1.4 Planteamiento de la Hipótesis

Una vez definidos los problemas de la investigación, se procede con la hipótesis del trabajo, la cual se explica como:

Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones (Hernández, 2014, p. 104).

Para efectos de la definición de la hipótesis, se pormenorizan en tres vías, hipótesis Principal o de investigación, hipótesis Alternativa e hipótesis Nula.

La primera detalla la idea principal que se desea abordar en el estudio, siendo a su vez la guía fundamental de la investigación y el enunciado que espera probarse. La segunda responde a un punto medio en la probatoria de la idea general, mientras que la tercera menciona lo opuesto de la principal, se daría en el caso de que la hipótesis primaria se rechace (Bernal, 2006):

- **Hipótesis principal (H₁):** como hipótesis principal, el plan para el diseño de una red WiFi Mesh (mallada) para el uso de la telemedicina, mejorará la

atención en una serie de servicios que se realizarán en el Área de Salud de Osa, en Bahía Drake, que requieren de información y criterios de otras instancias médicas.

- **Hipótesis alternativa (H_a):** como hipótesis alternativa, el plan para el diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina mejorará la atención en todos los servicios en el Área de Salud de Osa, en Bahía Drake.
- **Hipótesis nula (H_0):** Como hipótesis nula, el diseño de una red WiFi Mesh (malladas) para el uso en telemedicina no mejorará la atención en los servicios en el Área de Salud de Osa, en Bahía Drake.

1.5 Objetivos

Seguidamente, se presentan los objetivos planteados de la investigación, donde se establecen dos objetivos generales, derivados del problema del estudio, además de cinco objetivos específicos que son obtenidos de la sistematización del problema.

1.5.1 Objetivos Generales

Uno de los obstáculos de la atención en centros de atención médica en zonas alejadas, es el hecho de que los equipos que se tienen a disposición son limitados, y también si fallan su reparación tarda tiempo. Entonces, la telemedicina puede facilitar la consulta de una serie de pruebas y exámenes que se pueden realizar desde una clínica u hospital. Pero también se pueden realizar procedimientos asesorados por especialista que están a muchos kilómetros, esto en el mismo momento de la consulta.

El nivel cognitivo que se pretende alcanzar con este objetivo general es de formular juicios con base en ciertos criterios dados en función de la evidencia que sea recolectada para entender las necesidades de una red WiFi Mesh.

Determinar la necesidad de una red WiFi Mesh mediante las actividades de recolección de información para garantizar un manejo apropiado de los procedimientos técnicos en zonas con acceso limitado en el año 2022.

El diseño de la red tiene que estar en concordancia con las necesidades propias del Área de Salud de Osa, en Bahía Drake, los servicios que se requieren, y esto combinado con el costo que tiene la red, teniendo en cuenta los dispositivos que existen en el mercado, para luego indicar cómo debe ser su instalación.

Diseñar una red WiFi Mesh (Malladas) por medio de herramientas tecnológicas, para el uso en telemedicina por parte de los médicos y enfermeras del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022.

1.5.2 Objetivos Específicos

En consecuencia, se derivan los siguientes objetivos específicos para el trabajo:

- **Identificar los beneficios de aplicación de una red WiFi Mesh mediante las actividades de recolección de información para la implementación de servicios de telemedicina en los centros de asistencia remotos o móviles en el sector de la Bahía Drake entre los médicos y funcionarios del Área de Salud de OSA, en el año 2022.**

El segundo objetivo específico se refiere a los equipos que se requieren para satisfacer las necesidades de los médicos, explicadas en el capítulo.

- **Identificar los requerimientos de equipos necesarios mediante las actividades de recolección de datos para el diseño de la red Mesh en el sector de Bahía Drake, en el año 2022.**

El tercer objetivo se relaciona con el costo que tienen esos equipos en el mercado, teniendo en cuenta los modelos existentes y su precio.

- **Establecer la factibilidad económica de acuerdo con la opinión de las autoridades del Área de Salud de OSA, para la implementación de una red WiFi Mesh en el Sector de Bahía Drake, en el año 2022.**

El cuarto objetivo es sobre cómo se tienen que montar los equipos teniendo en cuenta la geografía del lugar, las dimensiones de la infraestructura y los servicios brindados.

- **Establecer el procedimiento técnico por medio de las actividades de recolección de información para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh en el sector de Bahía Drake en el año 2022.**

1.6 Justificación

La telemedicina es la prestación de servicios médicos a distancia por medios electrónicos. Este es el objetivo principal de la Telemedicina, la atención de la población que reside en zonas de escasos lejanas y así permitir que todas las personas puedan optar por recibir una atención médica de calidad (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

Como se lee en el documento de Deloitte (2018), el acercamiento de las nuevas tecnologías y su aplicación en el campo de la medicina favorece la accesibilidad y la aparición de nuevas actividades médicas que marcarán el devenir de los próximos años y además para agilizar que una serie de tratamientos y consultas e información en general, se puedan hacer a distancia. Como se indica, estos beneficios son más críticos en los lugares alejados, donde los médicos no tienen cerca una serie de facilidades médicas, algo que puede suplir la telemedicina, como señala Arboleda (2013).

La telemedicina se vuelve entonces la solución para llevar servicios de salud a sitios distantes, “en los cuales los pacientes no disponen de acceso a atención medicada especializada que pueda atender, diagnosticar, medicar, intervenir y tratar los pacientes para que recuperen su salud” (p.30). Precisamente esas facilidades permiten a los médicos y enfermeras mejorar la atención al paciente, resolver sus necesidades más ágilmente y en ocasiones, con menos costos (por ejemplo, ahorro de combustible en traslado de resultados en vehículos o pago por el desplazamiento de un especialista).

Precisamente en zonas alejadas del país como el sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, perteneciente a la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), también se presenta la situación de la lejanía. De acuerdo con las autoridades de ese sector, se requiere de consulta a especialistas, información de exámenes, e información sobre atención a pacientes.

Una clínica de salud como la de Bahía Drake tiene un equipo básico de atención y por su ubicación no puede poseer especialistas médicos ni tampoco personal de apoyo a tiempo completo como trabajadores sociales, pero esto puede ser suplido con tecnologías, lo que enriquece el campo de acción del diagnóstico de diversas enfermedades. Pero esto requiere de tecnologías que sean seguras y estables debidamente implementadas, por eso se ha pensado en el uso de la red WiFi Mesh.

1.6.1 Justificación Práctica

La telemedicina sobre todo con las tecnologías desarrollada en los últimos años, que permiten consultar servicios complejos, son todo un beneficio para la población. Pero su utilidad también radica en la manera en que se puede usar el servicio, y la forma en que una red como la WiFi Mesh pueda funcionar según los requerimientos, en este caso en el Área de Salud de Osa, en Bahía Drake.

1.6.2 Justificación Metodológica

Instalar una red WiFi Mesh en un Área de Salud requiere además de los equipos, un diseño y el establecimiento del protocolo en que se va a dar. Aunque existen estudios sobre cómo instalar una red, en Costa Rica, el Área de Salud de Osa, en Drake, tiene características de conectividad y ancho de banda que se deben estudiar.

1.6.3 Justificación Teórica

Existen muchos artículos sobre la tecnología WiFi Mesh, lo que interesa en el presente caso es que se da una sistematización de la literatura para que cualquier persona pueda consultar. Pero además de hablar de telemedicina, la persona pueda ubicar en el tema a los profesionales en ingeniería.

1.7 Alcances y Limitaciones

1.7.1 Alcances

Definir los alcances del estudio es indispensable como se menciona en Hernández (2014, p. 88): “visualizar qué alcance tendrá nuestra investigación es importante para establecer sus límites conceptuales y metodológicos”.

Seguidamente se detallan los alcances del estudio:

1. Mejorar los servicios que brinda el área de Bahía Drake.
2. Establecer los costos y los equipos que se requieren para poner en funcionamiento la telemedicina mediante la tecnología WiFi Mesh en el EBAIS de Bahía Drake.
3. Definir la forma en que la tecnología WiFi Mesh debería ser instalada en el Centro de Salud de Bahía Drake.
4. Precisar la forma de realizar las pruebas respectivas para que la tecnología WiFi Mesh pueda entrar en funcionamiento de la manera adecuada en el Centro de Salud de Bahía Drake.

1.7.2 Limitaciones

La principal limitación es que el ancho de banda que se usa el Área de Salud de Drake limita la cantidad de servicios que se pueden conectar, sobre todo si se requiere de mucha resolución.

Se consulta a expertos en redes WiFi Mesh, pero ninguno tiene experiencia en el caso de la telemedicina.

Las instalaciones del Área de Salud de Drake tienen menos de un año, y pueden implementarse otros servicios y con estos cambiar las necesidades de la telemedicina.

A pesar del beneficio que pueda conllevar el proyecto, su puesta en práctica conlleva decisiones administrativas que pueden ser valoradas que no corresponden con este proyecto.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Marco Situacional

De acuerdo con Sáenz, Acosta, Muiser y Bermúdez (2011) los servicios personales de salud se prestan en el sector público, el sector privado y un difuso sector mixto. El sector público está dominado por la CCSS, principal proveedor de servicios personales. El Ministerio de Salud (MS), como ente rector del sistema, y las instituciones adscritas al mismo, como los Centros de Educación y Nutrición (CEN), los Centros Infantiles de Nutrición y Alimentación (CINAI) y el Instituto de Alcoholismo y Farmacodependencia (IAFA), atienden a poblaciones con carencias nutricionales y problemas de adicción a sustancias psicoactivas, respectivamente.

En el subsector privado se encuentran los servicios médicos privados, cinco compañías aseguradoras, las cooperativas (organizaciones sin fines de lucro contratados por la CCSS), las empresas de autogestión, las clínicas y los hospitales privados.

El Instituto Nacional de Seguros (INS) opera tanto en el sector público como en el privado, y es responsable de las coberturas de los riesgos laborales y de tránsito, y de otorgar servicios médicos hospitalarios y de rehabilitación traumatológica relacionados.

Añaden Sáenz et al. (2011) que la atención de primer nivel en la CCSS está dividida en 105 áreas de salud, de las cuales cada una cuenta con un establecimiento de atención ambulatoria. Además, dispone de 947 EBAIS y alrededor de 1 800 consultorios de visita periódica para zonas alejadas y poco pobladas donde no ha sido posible o no se ha considerado necesario establecer un centro de salud.

El segundo nivel está integrado por 11 clínicas mayores, 13 hospitales periféricos y 7 hospitales regionales. El tercer nivel cuenta con 3 hospitales nacionales de concentración y 4 especializados. Los primeros atienden a la población de un área del país y todos los establecimientos de salud de esa área les remiten los pacientes para intervenciones complejas. La CCSS dispone de 5 518

camas entre el segundo y tercer nivel, lo cual arroja a una razón de 1.23 camas por 1000 habitantes.

Se constata que los EBAIS llegan hasta rincones de nuestro país donde incluso no tienen un lugar físico para la atención de pacientes, en el cual se utiliza una “Móvil Médica” en locaciones como Palmital y Los Santos, donde la misma fue creada exclusivamente para brindar atención a la población indígena migrante (Guamí o Nögbe) que llega a la zona entre los meses de octubre y marzo a recolectar café, fuera de la época cuando esta población ha migrado, el EBAIS realiza trabajo escolar o da soporte en el Servicio de Emergencias (CCSS, 2013. p 25). Garantizar la salud a un determinado grupo es un mecanismo y estrategia implementada en la práctica con la intención de cubrir las necesidades de la población.

Por lo tanto, en el siguiente cuadro, se pueden evidenciar las localidades alejadas de nuestro país que no tienen una estructura adecuada y posiblemente, tampoco una red de comunicaciones, donde los ciudadanos son atendidos en algunas ocasiones, incluso, hasta una vez cada seis meses.

Cuadro 1. Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica

Región	Área de Salud	Nombre de Sede de Área o Sede de EBAIS	EBAIS Conformado	Etnias	PVP	Frecuencia de Visita Mensual		
Central Sur	Aserri	Sede San Gabriel	San Gabriel	Guaimie (Nögbe)	-	-		
		Sede Monterrey	Monterrey	Guaimie (Nögbe)	La Legua	4		
					Bijagual-La Laguna Bijagual-El Alto Parrilla	1 1 1		
	Los Santos Mora-Palmichal Puriscal-Turruabares	Sede Área de Salud	Los Santos (Móvil Médica)	Guaimie (Nögbe)	-	-		
		Sede Área de Salud	Colón 1	Huetares	-	-		
		Sede Salitrales	Salitrales	Huetares	Zapatón 2	2		
	Turrialba-Jiménez	Sede Tayuic	Tayuic	Cabecar	Santubal	1		
					Alto Pacuare	2		
					Jokbata Boca Quemada Boyei Shiquiari Tsipiriri ñack	1 1 c/2 meses c/2 meses c/2 meses		
		Sede Grano de Oro	Duchi Eka	Cabecar	Alto Quetzal Sinoli Ñari Xinaquicha Xuquebachary	1 c/3 meses c/4 meses c/3 meses c/3 meses		
					Duchi Mañaka	Cabecar	Nimarí Valle Escondido Paso Marcos Alto Pacuare Barbilla	c/2 meses c/3 meses 1 2 c/2 meses
	Central Norte	Naranjo	Sede Área de Salud	Barrio El Carmen	Guaimie (Nögbe)	-	-	
			Sede Candelaria	Candelaria	Guaimie (Nögbe)	San Antonio	4	
		San Ramón	Sede Santiago	Santiago	Guaimie (Nögbe)	Calle León	5	
Chorotege	Hojancha	Sede Santa Martha	Santa Martha	Chorotege	Reserva Indígena Malambu	1		
Pacífico Central	Orotina-San Mateo	Sede Coyolar-Santa Rita	Coyolar-Santa Rita	Chorotege	-	-		
Huetar Norte	Guatuso	Sede Cabanga	Palenque Margarita	Malekú	Palenque Margarita	4		

Continúa...

Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica (PVP) que atienden Población Indígena por Etnia, y Frecuencia de Visita Mensual al Puesto según Región al 31 de diciembre.

Fuente: Gerencia Médica, Caja Costarricense del Seguro Social (2013).

El cuadro anterior demuestra en gran magnitud el alcance que poseen las redes de comunicaciones por medio de una atención integral que busca agilizar o facilitar a los usuarios dicho servicio. No corresponde a ninguno de los instrumentos.

Es necesario referirse a la importancia de una organización estructural en donde cada división mantenga una línea entendible en el tiempo, tomando en cuenta la tabla anterior es fácil deducir que, dependiendo de la región, este caso 3 se asignan las áreas de salud en donde se subdividen en sedes por áreas o por EBAIS, estos últimos generalmente cuentan con al menos un médico, una auxiliar de enfermería y un asistente técnico en atención primaria.

La atención es percibida por la población según su ubicación étnica en donde es indispensable definir la frecuencia de visita que se genera dependiendo del tipo de tratamiento percibido o según la aparición de una situación médica especial.

A continuación, se establecerá un recuento según la información proporcionada en el cuadro anterior:

- Región: 3 regiones. Central Sur, Central Norte, Chorotega Pacífico Central Huetar Norte.
- Áreas de Salud: 6 áreas
- Sedes: 13 sedes
- EBAIS: 12 EBAIS conformados
- Etnias: variable
- Puestos de Visita Periódica (PVP): variable
- Frecuencia de visita: entre 1 siendo el menor dato recopilado hasta “cada 4 meses” siendo el mayor lapso entre las atenciones.

Cuadro 2. Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica

Región	Área de Salud	Nombre de Sede de Área o Sede de EBAIS	EBAIS Conformado	Etnias	PVP	Frecuencia de Visita Mensual				
Huetar Atlántica	Matina	No Sede Principal Definida	Zona Indígena (Móvil Médica)	Cabecar	Pozo Azul	3				
					Palestina	1				
					Namaldi	3				
					Espabel Arriba	1				
					Palmera	3				
					Chumico	2				
					Punta Lanza	1				
	Cerro Azul	1								
	Siquirres	Sede Cimarrones	Cimarrones	Cabecar	Las Brisas-Pacuare	2				
	Talamanca	Sede Área de Salud Amubri	Sede Amubri	Home Creek	Bribri	-	-			
					Cabecar	-	-			
					Sureña	-	-			
		Sede Sureña	Alto Telire	Cabecar	Bajo Bley	c/3 meses	c/3 meses			
					Piedra Meza	-	-			
		Sede Bribri	Bribri	Bribri	Rancho Grande	1	1			
					Gandoca	1	1			
		Sede Sixaola	Sixaola	Guaimlé (Nögbé)	La Palma	1	1			
					Daytonia	-	-			
					Margarita	1	1			
	Bambú				2	2				
Sepecue	c/3 meses				c/3 meses					
Sede Gavilán Canta	Gavilán Canta (Móvil Médica)	Cabecar	San José Cabecar	c/3 meses	c/3 meses					
			Coroma	4	4					
			-	-	-					
Sede Katsi	Katsi	Cabecar	-	-	-					
			-	-	-					
Valle La Estrella	Sede Gavilán	Gavilán	Cabecar	Cerere Indígena	2	2				
				Boca Coen	2	2				
				Jabuy	2	2				
Brunca	Buenos Aires	Sede Colorado	Colorado	Guaimlé (Nögbé)	-	-				
					Sede Volcán	Volcán	Cabecar	Ujarras	2-3 al mes	
								Sede Boruca	Boruca	Brunca
					Sede La Piñera	La Piñera	Teribes	Térraba	2	2
								Bribri	2	2
	Sede Las Brisas	Las Brisas	Bribri	San Rafael de Cabagra	2	2				
				Brunca	San Juan	1	1			
	Corredores	Sede Corredor Sur	Corredor Sur	Guaimlé (Nögbé)	Altos de San Antonio	1	1			
					Los Planes	1	1			
					Abrojo Montezuma	c/2 meses	c/2 meses			
					Bella Vista	c/6 meses	c/6 meses			
					Miramar	c/6 meses	c/6 meses			
					Altos Abrojo	c/6 meses	c/6 meses			
					Guayabí	c/6 meses	c/6 meses			
	Bajo Los Indios	1	1							
	Sede Bella Luz	Bella Luz	Guaimlé (Nögbé)	Santa Rosa	c/2 meses	c/2 meses				
				Las Vegas	c/2 meses	c/2 meses				
	Sede Paso Canoas	Paso Canoas	Guaimlé (Nögbé)	Altos Limoncito	c/6 meses	c/6 meses				
				Altos Brujos	c/6 meses	c/6 meses				
	Coto Brus	Sede Área de Salud	Coto Brus 1	Guaimlé (Nögbé)	San Luis Río Negro	1	1			
Coto Brus 2					San Miguel	2	2			
Sede Sabalito		Sabalito Oriente	Guaimlé (Nögbé)	-	-	-				
				Sabalito Occidente	Guaimlé (Nögbé)	-	-			
Sede La Lucha		La Lucha	Guaimlé (Nögbé)	Melizas	4	4				
				Cotton	1	1				
Sede La Frontera	La Frontera	Guaimlé (Nögbé)	La Flor del Roble	1	1					
			-	-	-					
Golfito	Sede Conté	Conté	Guaimlé (Nögbé)	Las Vegas	1	1				
				Paraíso	1	1				
				Bruismalis	1	1				
				Alto Comite	1	1				
				Progreso	1	1				
Pérez Zeledón	Sede San Pablo	San Pablo	Guaimlé (Nögbé)	Punta Burica	1	1				
				China Kichá	1	1				

Áreas de Salud, EBAIS Conformados, Sedes de Área y de EBAIS y Puestos de Visita Periódica (PVP) que atienden Población Indígena por Etnia, y Frecuencia de Visita Mensual al Puesto según Región al 31 de diciembre.

Fuente: Gerencia Médica, Caja Costarricense del Seguro Social (2013).

En el caso del cuadro anterior, la división es aplicada de la siguiente forma:

- Región: 2 regiones
- Área de Salud: 9 áreas
- EBAIS: 27 EBAIS conformados
- Etnias: variantes
- PVP: variantes
- Frecuencia de visita: entre 1 siendo el menor dato recopilado hasta “cada 4 meses” siendo el mayor lapso entre las atenciones.

De acuerdo con Suárez (2022), el EBAIS de Bahía Drake se inauguró en mayo de 2022, es decir es muy reciente. Su costo fue de 550 millones de colones y tiene 390 metros cuadrados de construcción. Como indica Suárez (2022):

Según explicó, Román Macaya, presidente ejecutivo de la CCSS, la nueva sede va a hacer una gran diferencia en la atención de los servicios de salud para la comunidad de Drake.

“Cuenta con toda la infraestructura, la comodidad y la tecnología que se merece esta comunidad. Realmente da gusto ver este trabajo que está ya tan avanzado y que entrará en operación a principios de mayo”, expresó Macaya.

Recientemente personal de la Caja y Fuerza Militar de Estados Unidos visitaron la zona en función de una jornada médico odontológica (párr. 2-4).

De acuerdo con Suárez (2022), esta sede cuenta con un diseño moderno que favorece la comodidad, además de un adecuado sistema eléctrico, junto al mobiliario y equipo. En todo caso, el mismo Suárez (2022) comenta que el acceso de gran parte de la población de la zona es difícil, por la sencilla razón de que muchos desplazamientos son por vía acuática, y como las casas están dispersas no existen un servicio de autobuses al que puedan acudir.

2.2 Marco Conceptual

El marco conceptual trata sobre las teorías y conceptos relacionados con la investigación, y que en este caso se relacionan sobre todo la *E-Health*, la

telemedicina y las redes WiFi Mesh, que al final brindarán los parámetros para el diseño de la red.

2.2.1 E-Health o E-Salud

El término *e-health* se utilizó por primera vez en el año 2000, para designar los procesos vinculados a la informática médica con la producción de información, atención y servicios. Inicialmente, sin mucho enfoque en la tecnología.

Como definición del término *e-health* se presentan las siguientes, dadas por tres organismos internacionales ampliamente reconocidos y mencionadas en sitio web de la Universidad Internacional de Valencia (2019):

- **La Organización Mundial de la Salud (OMS)** define la e-Salud como:
 - ... el uso rentable y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación en apoyo de los campos relacionados con la salud y la salud, incluida la atención médica, la vigilancia de la salud y la educación para la salud, el conocimiento y la investigación.
- **La Comisión Europea** define *e-Health* como:
 - ... el uso de las modernas tecnologías de la información y la comunicación para satisfacer las necesidades de los ciudadanos, pacientes, profesionales de la salud, proveedores de atención médica, así como los responsables políticos.
- **El Journal of Medical Internet Research** define *e-Health* como:
 - ... un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y las empresas, que se refiere a los servicios de salud e información entregada o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no solo un desarrollo técnico, sino también un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y un compromiso para el pensamiento global en red, para mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial mediante la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. (párr. 4-6).

E-health designa el proceso de utilizar las tecnologías digitales al servicio de la salud y el cuidado de la salud, con miras a mejorarlas, mediante el uso de tecnologías simples como internet y dispositivos móviles electrónicos. La Organización Mundial de la Salud (2018) agrega que la salud electrónica debe considerar la rentabilidad y garantizar tecnologías de información y comunicación seguras y creíbles, en apoyo de la prestación de atención médica y la supervisión de la salud, así como otros elementos relacionados con la salud.

Así, la oferta de cobertura de e-salud comprende todo el conjunto de herramientas y servicios capaces de promover la atención de manera integrada, a través del uso de la Red. Servicios como "Historias Sanitarias Electrónicas", "Registros Nacionales de Drogas" forman parte de este concepto "Sistema de Apoyo a la Decisión" o "Sistema de Información Hospitalaria", entre muchas otras herramientas esenciales para los procesos de salud, tanto en la prestación de cuidados como en la propia gestión (Universidad Internacional de Valencia (2019)).

También se deben considerar los recursos digitales que pueden ser utilizados con el fin de mejorar las condiciones de salud, como las pruebas diagnósticas complementarias, el tratamiento y seguimiento de los pacientes, o nuevos procesos de tratamiento, solo posibles gracias a la existencia de tecnologías como la robótica o las asistida por computador.

La evolución lograda por las TIC durante la última década permitió un gran apoyo a nivel de los servicios de salud, los recursos de e-salud son infinitos, destacando los portales de información sobre salud, la existencia de comunidades de apoyo en línea o herramientas para apoyar la promoción de la salud y las prácticas de vida saludable.

Díaz (2019) señala que a pesar del alto costo de implementación inicial de *e-health* en los centros de salud, se argumenta que este se compensa en gran medida cuando se analiza a largo plazo, ya que su implementación permitirá una reducción de costos a largo plazo, a través de una mayor eficiencia.

La salud electrónica ofrece una forma nueva y más eficaz de gestionar la información, los medicamentos y los recursos financieros. Existe la creencia compartida de que la salud electrónica revolucionará la prestación de atención médica, haciéndola más individualizada, creíble y transparente, al tiempo que reduce los errores y aumenta la confiabilidad del diagnóstico. Por su componente tecnológico y el uso de internet, permite compartir rápidamente la información y el tratamiento, brindando mayor flexibilidad a los pacientes y reduciendo barreras como la ubicación y la accesibilidad.

Hablar de e-salud es combinar salud, comercio y tecnología para generar beneficios en términos de supervisión de pacientes, salud pública y promoción de la salud. En consecuencia, las mejoras realizadas en los pilares fundamentales de la salud conducen a la mejora y eficiencia de sus procesos de gestión.

2.2.2 Telemedicina

En los últimos dos años, la atención médica tuvo que transformar la forma por medio de la cual se atiende a los pacientes, ya que producto de la pandemia del Covid 19 se cambió de tener una atención presencial a tener una atención virtual, en la mayoría de los casos.

Los médicos actuales trabajan por medio de lo que se conoce como telemedicina, la cual se puede definir como señala Pérez (2019):

Telemedicina engloba desde la comunicación telefónica de un hallazgo en pruebas complementarias, hasta la realización de una sesión clínica mediante videoconferencia entre profesionales, hasta el empleo de avanzada tecnología para realizar consultas, diagnósticos o cirugías a distancia y en tiempo real (p.28).

La atención médica a distancia se puede definir también como lo menciona Cortés (2016):

...es el conjunto de servicios médicos que se proporcionan (sic) al individuo,

con el fin de promover, proteger y restaurar su salud con el apoyo y uso de las tecnologías de información y comunicaciones. Por lo anterior se tiene como factor principal para el desarrollo de la Atención Médica a Distancia el uso de tecnologías para disminuir la limitante de la distancia, mejorando el flujo de trabajo y el aprovechamiento de los recursos logrando una mayor eficiencia en los servicios de salud (p.5).

Producto de la pandemia del Covid 19, la atención de los pacientes en la parte médica se tuvo que transformar en donde se pasó a realizar citas médicas virtuales, ya que la presencialidad en los centros médicos se eliminó para evitar contagios mayores entre los pacientes y personal médico.

Como objetivos de una atención médica virtual se pueden rescatar los que se mencionan en sitio web MayoClinic (2020):

- Hacer que la atención médica sea accesible para las personas que viven en comunidades rurales o aisladas.
- Facilitar los servicios de forma más rápida o eficaz para las personas con movilidad, tiempo u opciones de transporte limitadas.
- Proporcionar acceso a médicos especialistas.
- Mejorar la comunicación y la coordinación del cuidado médico entre los miembros de un equipo de atención médica y el paciente.
- Proporcionar apoyo para la autogestión de la atención médica (párr.13-16).

Según señala Pérez (2019), en la telemedicina se pueden encontrar dos tipos de consultas a los pacientes:

- **Consultas asíncronas de telemedicina:** es aquella consulta no presencial establecida de manera diferida en el tiempo; es decir, no existe coincidencia temporal entre paciente y médico.
- **Consultas síncronas de telemedicina:** es aquella consulta no presencial establecida en tiempo real entre médico y paciente (p.27-28)

En un documento elaborado por la Organización Panamericana de la Salud junto con la Organización Mundial de Salud (2016) se establecen los principales servicios de telemedicina, a saber:

- **Servicios de asistencia remota:** pueden referirse tanto a las tele consultas de seguimiento, diagnóstico o tratamiento a distancia del paciente, como a los servicios de tele monitorización de pacientes –a menudo crónicos–, que incluyen en muchas ocasiones registros de parámetros biológicos. Estos servicios también incluyen la comunicación electrónica entre profesionales para llevar a cabo acciones coordinadas.
- **Servicios de gestión administrativa de pacientes:** estos incluyen tanto la solicitud de pruebas analíticas como aspectos relacionados con la facturación por la prestación de servicios.
- **La formación a distancia para profesionales** que tiene como objetivo suministrar pautas y evidencias sobre salud que faciliten la educación continua de los profesionales de salud.
- **La evaluación y la investigación colaborativa en red:** el uso de las TIC para compartir y difundir buenas prácticas, así como crear conocimiento a través de las acciones y reacciones de sus miembros (p.14).

En concreto, la atención virtual o telemedicina en un inicio apareció para brindar asistencia a personas que se encuentran a gran distancia del centro de salud más cercano, pero actualmente por el Covid 19, este tipo de atención virtual se ha convertido en una herramienta primordial de atención médica al ser eliminada la presencialidad en los centros de salud.

2.2.3 Red Wi-Fi MESH (malladas)

Sucede en ciertas ocasiones que, en los hogares o lugares de trabajo, la señal de internet falla y es lo que los expertos llaman “zonas oscuras”, es decir, zonas sin cobertura de señal de internet. Como solución rápida lo que se hace es instalar un

router más potente, repetidores o extensores de red, pero a pesar de ello el problema persiste.

Para dar solución al problema mencionado, se utilizan las redes WiFi Mesh o mallada, la cual se puede definir como lo menciona Penalva (2022) al señalar:

Básicamente una red WiFi de tipo mesh o mallada es una red compuesta por un *router*/estación base y sus satélites o puntos de acceso que se comunican entre ellos para conformar de cara al usuario una única red WiFi con el mismo SSID y contraseña. (párr.8)

Por medio de las redes WiFi de tipo Mesh se redirige el tráfico de la red y la misma calcula a cuál nodo es mejor la conexión según como se encuentren los otros nodos. Con este sistema se realiza una conexión inteligente y así no se pierde en ningún momento el acceso al internet.

García (2022) señala que se presenta una diferencia entre una red WiFi Mesh y una red con repetidores, en donde la primera, los nodos se conectan entre sí. “Los diferentes puntos de acceso no sólo están conectados al router sino que también son capaces de conectarse entre ellos, lo que permite una mejor cobertura y una mejor gestión de la red” (párr. 2).

Como principal ventaja de instalar una red WiFi Mesh es que los recursos se pueden optimizar, ya que se logra una mayor cobertura en aquellas “zonas oscuras” por la comunicación entre los nodos.

García (2022) señala una serie de ventajas de la red WiFi Mesh, entre estas se encuentran:

- **Instalación sencilla:** sólo necesitan conectarse a un cable de alimentación y se gestionan fácilmente desde un software especializado o desde una aplicación muy intuitiva. No requiere una instalación muy técnica y facilita la instalación por parte de cualquier usuario, incluso si no tiene un conocimiento avanzado en este tipo de tecnología.

- **Se evitan interferencias:** ciertos equipos WiFi Mesh no usan para la comunicación entre el *router* o base y los nodos, las mismas bandas reservadas para la red WiFi, por lo que, en este caso, se evitan ciertas saturaciones e interferencias.
- **Diseño agradable:** los sistemas de WiFi Mesh actuales suelen apostar por un diseño cuidado que no molestará **en la decoración o en la estética del hogar**, la oficina o la estancia en sí.

Por lo tanto, al conocer que todos los dispositivos se conecten entre sí, tantas estaciones base como satélites, las redes WiFi Mesh son las indicadas para realizar una gestión avanzada de cada uno de los componentes que la conforman y son las más recomendables para que todos se puedan conectar a la red de internet de una manera inalámbrica.

2.2.4 Redes y Tecnologías Inalámbricas

Las redes inalámbricas son aquellas que permiten la interconexión de dos o más dispositivos utilizando el aire como medio y las ondas electromagnéticas como vehículo.

Salazar (2017) brinda un concepto de redes inalámbricas en donde indica que “Las redes inalámbricas son redes que utilizan ondas de radio para conectar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo” (p.6).

Actualmente existen diferentes aplicaciones inalámbricas, que dependiendo de la función concreta a la que vayan a ir dirigidas y de sus necesidades, llegarán a diferentes soluciones tecnológicas. Todas estas tienen el objetivo común descrito anteriormente de la necesidad de intercambio de información en el mundo moderno.

El funcionamiento de una red inalámbrica se da cuando se convierten las señales de información en una que es adecuada para la transmisión a través de algún medio funcional. Como ejemplo de dispositivos que hacen uso de red inalámbrica se encuentran: ordenadores portátiles, ordenadores de escritorio, *net*

books, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, *tablets* y dispositivos localizadores (Salazar, 2017).

Por otro lado, se encuentra la tecnología inalámbrica, la cual se define con las palabras del sitio web BigHardware (2022) “se basa en la transmisión de ondas electromagnéticas. Durante la transmisión se utilizan dos ondas. La onda moduladora que es la que contiene la información, y la onda transportadora que es la que se encarga de transportar la información” (párr.11).

Entre las redes inalámbricas que hacen uso de tecnología inalámbrica se encuentran las siguientes señaladas en sitio web BigHardware (2022):

- **Bluetooth:** creado por Bluetooth Special Interest Groups y constituyen una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN). La tecnología Bluetooth permite la transmisión de voz y datos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda de los 2.4 GHz.
- **Microondas:** son ondas que oscilan entre los 300 MHz y 30 GHz. Los hornos microondas utilizan este tipo de ondas, emitiendo una onda en una frecuencia sobre los 2.45 GHz. Esta onda hace vibrar el agua contenida en los alimentos generando calor. Pueden interferir en con otras tecnologías que operan en la misma frecuencia como la WiFi.
- **Zigbee:** es el nombre de un conjunto de protocolos de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital. Su objetivo es establecer comunicaciones entre aplicaciones que requieran enlaces seguros y con baja tasa de envío de datos maximizando la vida útil de sus baterías. Está orientado principalmente al ámbito doméstico.
- **Wireless Universal Serial Bus (WUSB):** es un estándar de tecnología inalámbrica basada en la tecnología de conexión USB para PC.

En otro orden, las topologías de red son una disposición física en la que se conectan los equipos, siendo, por tanto, el trazado físico de la red. Las topologías que se encuentran actualmente son: bus, anillo, estrella, punto a punto y malla.

- **Autobús:** todos los dispositivos están conectados al mismo bus de datos físicos (conjunto de líneas de comunicación). Solo un nodo a la vez puede escribir en el bus en un momento dado. Cuando un nodo está transmitiendo, toda la red está ocupada y si hay otra transmisión simultánea, se produce una colisión y la transmisión debe comenzar de nuevo. Usualmente usado con cables coaxiales, el cable único se corta en cada punto donde se instalará una máquina. La máquina recibirá un conector en "T" donde encaja cada extremo del cable cortado.
- **Anillo:** en la topología de anillo, los dispositivos se conectan en serie para formar un circuito cerrado (anillo). A diferencia de la topología de bus, el anillo no interconecta las estaciones directamente. Consiste en una serie de repetidores enlazados cíclicamente por un medio físico, y cada una de las estaciones está enlazada a uno de los repetidores. Por lo tanto, la calidad de la señal se mantiene durante la transmisión, ya que se repite una y otra vez. La transmisión de datos es unidireccional, lo que simplifica los protocolos de comunicación y elimina los problemas de enrutamiento. Una desventaja de esta topología es que, si una de las máquinas falla, toda la red se ve comprometida, ya que se interrumpe la ruta unidireccional que siguen los datos. Al igual que el autobús, esta también es una configuración obsoleta. La siguiente figura ilustra la topología de anillo.
- **Estrella:** es la topología más utilizada en la actualidad. Utiliza cables de par trenzado y un concentrador como concentrador de red. Este concentrador transmite todos los datos a todas las estaciones y tiene la tarea de saber a qué estación enviar cada paquete. Esta arquitectura hace que sea mucho más fácil encontrar problemas en la red, ya que, si uno de los cables o uno de los conectores de la red falla, solo el nodo conectado al componente defectuoso

quedará fuera de la red. Por otro lado, cualquier defecto en el hub central comprometerá toda la red. Esta topología normalmente no se aplica a redes muy grandes, ya que los hubs (*hubs y switches*) no suelen tener una gran cantidad de puertos. La siguiente figura ilustra la topología en estrella.

- Punto a punto: la topología más simple. Nada más que una conexión directa y permanente entre dos dispositivos, donde no se utilizan equipos intermediarios. Tiene la ventaja de permitir una comunicación sin obstáculos entre ambos dispositivos. Una manera fácil de imaginar una conexión punto a punto con medios físicos dedicados es pensar en el famoso teléfono de hojalata que usan los niños.
- Malla: en una red de malla, cada nodo, además de recibir y transmitir sus propios datos, también sirve como repetidor para los demás nodos de la red. En otras palabras, cada nodo colabora para la propagación de datos en la red. Una red de malla se puede clasificar en dos tipos: totalmente conectada (totalmente conectada) o parcialmente conectada (parcialmente conectada). En una red totalmente conectada, cada nodo tiene un enlace dedicado a cada uno de los otros nodos de la red. Es decir, en una red de cinco nodos, cada nodo tendría cuatro enlaces, uno para cada uno de los otros nodos. En redes parcialmente conectadas, no todos los nodos tienen enlaces con todos los demás. Normalmente, los nodos con más conexiones se consideran los nodos más importantes en las conexiones con la puerta de enlace de Internet o con la máquina de destino.

También con las redes inalámbricas, “La gente se mueve. No redes”. (GAST, 2005, p.xi). Estas dos frases ayudan a comprender el crecimiento reciente en la popularidad de las redes y equipos inalámbricos. En los últimos años, las redes inalámbricas han dejado de ser objeto de investigación científica y académica, y se han convertido en una tecnología común al alcance de la gente común. (GAST, 2005, p.xi).

- Las redes inalámbricas tienen varias ventajas sobre las redes cableadas: Movilidad: los usuarios se mueven, pero los datos se almacenan centralmente, lo que permite acceder a ellos “en movimiento”, lo que permite grandes ganancias de productividad (GAST, 2005, p.xi).
- Facilidad y rapidez de despliegue: el cableado puede volverse difícil, o imposible, en algunos lugares como edificios antiguos y sitios históricos, e incluso en construcciones modernas, la instalación de cables puede resultar muy costosa y laboriosa (GAST, 2005, p. xi).
- Flexibilidad: eliminando la necesidad de rehacer el cableado viejo o defectuoso. Cambiar de puesto de trabajo en la oficina es rápido y fácil, ya que no es necesario reestructurar el cableado de la red. La expansión de la red es casi automática ya que el medio de transmisión ya está presente, no hay necesidad de nuevos cables. Los puntos de acceso se pueden instalar fácilmente en cualquier lugar, lo que permite el acceso a la red e Internet en prácticamente cualquier situación (GAST, 2005, p. xi)
- Costo: en muchos casos, los costos se pueden reducir mediante el uso de tecnología inalámbrica, como conexiones directas entre edificios o redes domésticas o comerciales pequeñas.

2.2.4.1 Ventajas y desventajas de redes inalámbricas

En los últimos años se ha producido un aumento y proliferación de este tipo de tecnologías como consecuencia de las ventajas que puede tener sobre la red de cable.

El uso de redes inalámbricas ha cobrado popularidad a nivel mundial por comodidad, facilidad e integración con otras redes existentes y por ello han llegado a constituirse en algo imprescindible en el estilo de vida actual de las personas. Es por

ello que se presenta una serie de ventajas y desventajas en su uso como lo señala Soto (2022):

Ventajas:

- Accesibilidad
- Fácil instalación
- Mayor cobertura
- Flexibilidad
- Rentabilidad
- Móvil y portátil
- Escalabilidad
- Eficiencia

Desventajas:

- Seguridad
- Ancho de banda limitado
- Velocidad
- Son propensas a las interferencias
- Alcance: El área de cobertura de una red inalámbrica es mínima

Cuando se va a hacer uso de redes inalámbricas siempre es necesario que el usuario realice una valoración de sus necesidades para que valore si la red que desea usar cumple con lo requerido a nivel personal o laboral.

2.2.4.2 Clasificación de las Redes Inalámbricas

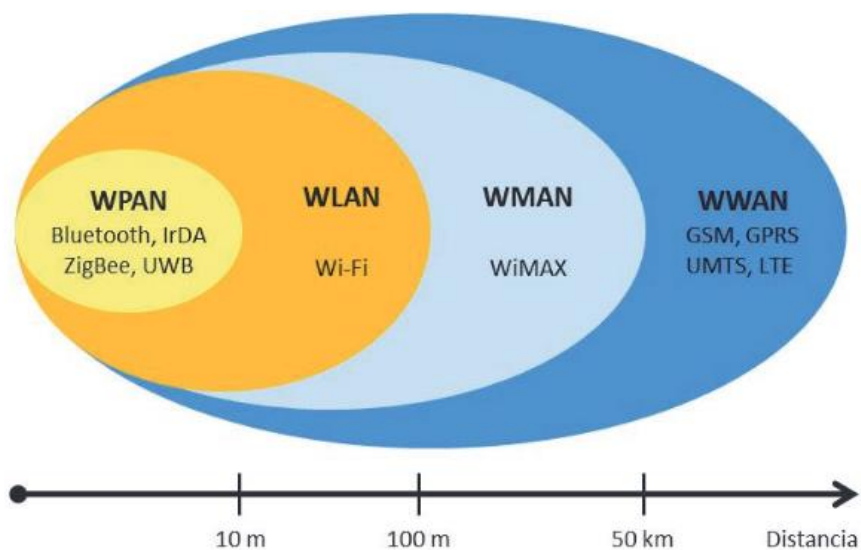
Salazar (2017) indica que las redes inalámbricas se clasifican a grandes rasgos en cuatro grupos, según el área de aplicación y alcance de la señal:

1. redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Área Networks - WPAN)

2. redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Área Networks - WLAN)
3. redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan-Area Networks - WMAN)
4. redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Área Networks - WWAN)

En la siguiente figura 1 se muestran las cuatro categorías antes señaladas:

Figura 2. Clasificación de las redes inalámbricas



Fuente: Salazar (2017, p.7).

Además de la anterior clasificación, las redes inalámbricas se pueden dividir en dos segmentos, como señala Salazar (2017):

- **Inalámbrica de corto alcance:** se refiere a las redes confinadas en un área limitada, se aplica a las redes de área local (LAN), como edificios corporativos, los campus escolares y universitarios, fábricas o casas, así como a las redes de área personal (PAN) donde los ordenadores portátiles necesitan estar muy cerca entre sí para comunicarse.
- **Inalámbrica de largo alcance:** la conectividad es típicamente proporcionada por las empresas que comercializan la conectividad inalámbrica como un

servicio. Estas redes abarcan grandes áreas, tales como un área metropolitana (WMAN), un estado o provincia, o un país entero. (p.7)

Existe un organismo que proporciona una serie de estándares en el campo de la electrónica e ingeniería eléctrica, dicho organismo según menciona García (2018) es el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), el cual presenta una de las clasificaciones más comunes que se les da a las redes inalámbricas, donde se contemplan diferentes estándares clasificados de menor a mayor rango o área de cobertura.

En los apartados siguientes se describe de manera más amplia, la clasificación de las redes inalámbricas mencionadas:

2.2.4.2.1 PAN inalámbrica (Redes Inalámbricas Personales)

Se incluyen en este estándar aquellas redes inalámbricas dedicadas a la comunicación entre usuarios, con sus propios dispositivos inalámbricos en un entorno muy cercano. Por lo general, el alcance de las redes no supera los diez metros, y sus velocidades no superan un Mbps y siempre es necesario tener una vista directa.

Según indica Pipa (2019) las redes inalámbricas PAN o WPAN:

Tienen cobertura particular, y usualmente se utilizad tecnología inalámbrica de corto alcance como Bluetooth y Home R. F. El alcance promedio de este tipo de tecnologías es aproximadamente de 10 metros y tiene como objetivo comunicar cualquier dispositivo personal con sus periféricos y su comunicación directa entre dispositivos a corta distancia. (p.26)

En la siguiente figura 3 se muestra un ejemplo de red inalámbrica PAN que entra dentro de esta clasificación es la tecnología Bluetooth.

Figura 3. Ejemplo de red inalámbrica WPAM



Fuente: Delgado (2015)

2.2.4.2.2 LAN inalámbrica (Redes de Área Local Inalámbrica)

Las redes LAN son la interconexión de varias computadoras y sus periféricos dentro de una misma organización. Pueden cubrir un área de distancia media de unos 100 a 300 metros, alcanzando decenas de kilómetros utilizando antenas directivas. Las velocidades varían de 2 a 54 Mbps, según el estándar y las condiciones de propagación.

La red LAN (WLAN), la define López (2019) como:

(...) un sistema flexible de comunicaciones que puede implementarse como una extensión o directamente como una alternativa a una red cableada. Este tipo de redes utiliza tecnología de radiofrecuencia minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad (p.4).

Las redes WLAN se basan en el estándar de la IEEE 802.11, en donde el más conocido y utilizado es el 802.11b/g, el cual también es el elegido para este proyecto. Esto fundamenta a lo que señala Salazar (2017):

(...) las redes LAN inalámbricas basadas en 802.11g utilizan la misma banda de 2,4 GHz que utiliza el 802.11b. La velocidad de transferencia máxima para el enlace inalámbrico IEEE 802.11g es de 54 Mbps, pero se ve reducida automáticamente cuando la señal de radio es débil o cuando se detecta una interferencia (p.13).

Cabe señalar que las redes LAN son conocidas y comercializadas bajo la marca WiFi:

En la siguiente figura 4, se muestra un esquema básico de una WLAN en un hogar:

Figura 4. Esquema de WLAN en un hogar



Fuente: Salazar (2017, p13).

2.2.4.2.3 MAN Inalámbricas (Redes Inalámbricas Metropolitanas)

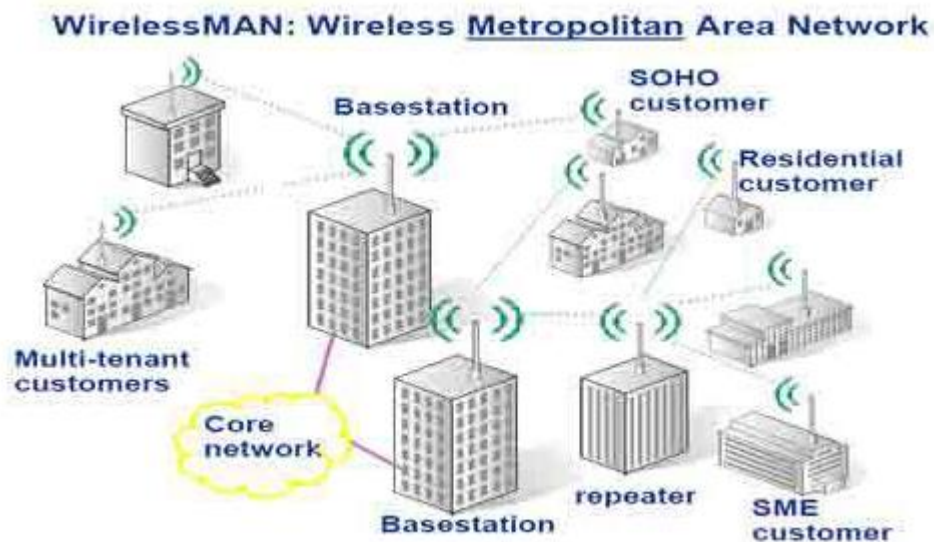
Es el nombre que recibe la red que interconecta varias redes LAN, normalmente las de una ciudad media. Su radio de acción es de unas decenas de kilómetros, alcanzando velocidades de hasta 150 Mbps.

Las redes MAN o WMAN, como indica Jiménez (2022) son:

(...) un tipo de red inalámbrica que se instala dentro de una misma área metropolitana. Es decir, el objetivo en este caso es establecer diferentes conexiones inalámbricas dentro de ese espacio. Esto quiere decir que van a tener un alcance de varias decenas de kilómetros. Es, como podemos imaginar, mucho más compleja que una simple red WiFi doméstica o en un centro comercial. (párr. 6).

En la siguiente figura 5, se muestra un ejemplo de conexión de red inalámbrica MAN:

Figura 5..Ejemplo de red inalámbrica MAN



Fuente: Universidad Tecnológica de Perú (2015)

2.2.4.2.4 WAN inalámbrica (Redes Inalámbricas de Amplio Rango)

Las WAN inalámbricas son aquellas redes inalámbricas que pueden cubrir largas distancias. Se considera WAN a la unión de redes MAN, formando redes de redes.

Señala Jiménez (2022) respecto a la red inalámbrica WAN:

En este caso estamos ante las redes inalámbricas que pueden abarcar un espacio mayor. Básicamente estamos ante las redes que utilizan nuestros dispositivos móviles. Podemos conectarnos prácticamente desde cualquier lugar, siempre que cubra la cobertura. No estaremos limitados, como el caso anterior, a un área determinada (párr.11).

Para el caso de la red WAN como tecnología más utilizada es la WIMAX, la cual es semejante al WiFi, pero proporciona una cobertura mayor en lo relacionado a la distancia; opera bajo dos bandas de frecuencia: una mezcla de banda con licencia y banda sin licencia, de 2 GHz a 11 GHz y de 10 GHz a 66 GHz (Salazar, 2017).

En la figura 6 se muestra un diagrama de conexión de red inalámbrica WAN:

Figura 6. Ejemplo de red inalámbrica WAN



Fuente: Salazar (2017), p.14

2.2.4.2.5 LAN inalámbrica (estándar IEEE 802.11)

La familia de estándares IEEE 802.11 ha sido la más popular de las redes inalámbricas locales desde que se aprobó el estándar 802.11b en 1999. Son redes de transmisión en modo paquete, con la capa física (PHY) y la capa de nivel de

enlace de datos normalizados en el control de acceso al medio (subcapa MAC) de los niveles de referencia del modelo OSI.

Como señala Castillo (2020) respecto a la red inalámbrica LAN, “en el caso de 802.11, la trama tendrá una extensión normal de 2346 bytes ya que el direccionamiento MAC es mucho más complejo por añadir mayor seguridad.” (párr. 13)

Estas operan en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5,8 GHz. La mayor parte del espectro electromagnético utilizado en las comunicaciones por radio está regulado por el ITU-R y se requiere una licencia para transmitir. Sin embargo, existen unas bandas de uso libre denominadas ISM que son precisamente las que utilizan este tipo de aplicaciones inalámbricas.

Señala Castillo (2020), las LAN y las WLAN pueden operar de manera conjunta, son compatibles y pueden operar bajo una misma red de intercambio de datos.

Según el sitio web Dell Technologies (2022) se mencionan algunos de los protocolos 802.11 creados por la IEEE, los cuales son:

802.11a: establecido en 1999. Utiliza la banda de frecuencia de 5 GHz en un ancho de banda de 20 MHz. Rango de 35 Mbps en interiores, 119 Mbps de 11 a 54 Mbps en exteriores.

802.11b: establecido en 1999. Utiliza la banda de frecuencia de 2,4 GHz en un ancho de banda de 20 MHz. Rango de 35 Mbps en interiores, 140 Mbps en exteriores 140 Mbps de velocidad.

802.11g: establecido en 2003. Utiliza la banda de frecuencia de 2,4 GHz en un ancho de banda de 20 MHz. Rango de 38 en interiores, 140 Mbps de velocidad en exteriores 54 Mbps.

802.11n: establecido en 2009. Utiliza la banda de frecuencia de 2,4/5 GHz en un ancho de banda de 20/40 MHz. Rango de 70 en interiores, 250 Mbps en exteriores y 150 Mbps de velocidad.

802.11ac (versión preliminar): establecida en 2012. Utiliza la banda de frecuencia de 5 GHz en un ancho de banda de 160 MHz. Rango de 70 Mbps en interiores, 250 En exteriores, 250 Mbps Velocidad máxima de 866 Mbps a 6,93 Gbps (basado en hasta 8 flujos de datos).

802.11ad (WiGig): establecida en 2013. Utiliza la banda de frecuencia de 2,4/5/60 GHz. Rango de 1 a 10 velocidades de 6,75 Gbps (transmisión de video inalámbrico de calidad HD).

2.2.5 Capa Física

La capa física se encuentra en el nivel más bajo de todas, y define tanto al medio físico por el que pasará la comunicación como la forma en que se transmitirá la información. También se encarga de conectar la capa MAC con el medio físico.

En el caso de las comunicaciones inalámbricas, la información viaja a través de ondas electromagnéticas. El nivel de complejidad es alto y necesita una definición clara de los estándares.

Según señala Muñoz (2017): “La capa física se encarga de definir todos los aspectos relacionados con los elementos físicos de conexión de los dispositivos a la red, así como de establecer los procedimientos para transmitir la información sobre el serial físico empleada” (párr.1).

A diferencia de la comunicación por cable, para construir redes inalámbricas estables y de alta velocidad, es importante comprender bien cómo se comportan las ondas al interactuar con los elementos de un entorno físico real, y cómo proteger la señal para controlar estos factores externos que modifican su forma, causa desvanecimiento e interferencia.

La capa física indica Muñoz (2017), proporciona mecanismos para enviar y recibir bits, empleando un canal de comunicación. Entre los protocolos y estándares que regulan aspectos de la capa física se encuentran:

- ANSI/TIA/EIA 568 A y B.
- ISO/IEC 11801.

Parte de Ethernet y del estándar IEEE 802.3:

- Cada uno de los patrones tiene asociado un tipo de modulación:
 - 802.11a usa PSK (junto con la dispersión de espectro DSSS)
 - 802.11b/g utiliza OFDM

2.2.6 PSK (Modulación de Desplazamiento de Fase)

La modulación de desplazamiento de fase o PSK por sus siglas en inglés de *Phase Shift Keying*, es una forma de modulación angular consistente en hacer variar la fase de la portadora entre un número finito de ángulos.

Según Anguís (2008), la PSK es una forma de modulación angular que consiste en aprovechar las variaciones de fase de la portadora entre diferentes valores discretos en función de la señal digital moduladora. Además, se señala que

La gran ventaja de las modulaciones PSK es que la potencia de todos los símbolos es la misma, por lo que se simplifica el diseño de los amplificadores y etapas receptoras (reduciendo costes) dado que la potencia de la fuente es constante. Las modulaciones BPSK y QPSK en particular, son óptimas desde el punto de vista de protección frente a errores. (p.49).

Las variaciones de fase podían ser mayores, lo que implicaba una mayor velocidad, pero también una mayor sensibilidad a las interferencias.

2.8 DSSS (Espectro Expandido por Secuencia Derecha)

La técnica DSSS también conocida en comunicaciones móviles como DS-CDMA (acceso múltiple por división de código en secuencia directa), consiste en

reemplazar cada bit de información con una secuencia de bits conocida tanto por el emisor como por el receptor. Esta secuencia se conoce como código chip y hará que la comunicación sea más robusta frente a interferencias, además de permitir la comunicación en paralelo de varios sistemas utilizando diferentes códigos chip y forman parte de la red inalámbrica WLAN.

El espectro ensanchado de secuencia directa (en inglés *Direct Sequence Spread Spectrum* DSSS) es una tecnología de transmisión utilizada en transmisiones de redes inalámbricas de área local. En esta tecnología, una señal de datos en la estación emisora se combina con una secuencia de bits de alta velocidad de datos, que divide los datos del usuario en función de una relación de dispersión. DSSS es una técnica de modulación de espectro ensanchado, la cual es utilizada para la transmisión de señales digitales a través de ondas de radio (Techopedia, 2016).

Como beneficios del uso de DSSS es la resistencia a las interferencias, el uso compartido de canales únicos entre usuarios, menor ruido de fondo y la sincronización entre el transmisor y los receptores.

2.2.7 OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal)

OFDM divide el ancho de banda del canal disponible en varios subcanales más pequeños que son ortogonales entre sí. Algunos de estos subcanales se utilizan para la sincronización con el receptor y para agregar redundancia que aumentará la fuerza de la señal. Cada subportadora se modula con PSK o QAM según la relación señal/ruido, SNR.

En el sitio web Techopedia (2022) definen la OFDM como “una técnica, método o esquema para la modulación digital multiportadora que utiliza muchas subportadoras muy próximas, una señal modulada previamente en otra señal de mayor frecuencia y ancho de banda” (párr.1).

La OFDM se utiliza para comunicación digital de banda ancha que se usa en la televisión digital, en la transmisión de audio (radio), en acceso a internet de banda ancha y en redes inalámbricas (Techopedia, 2022).

Según mencionan Cabrera y Tarrés (2017), la modulación OFDM se utiliza en diferentes estándares de comunicación inalámbrica, de entre los que destacan:

- Las redes locales inalámbricas de tipo WiFi: (802.11 a, g), o redes de mayor cobertura como las de tipo WIMAX (802.16).
- El sistema de radio difusión digital DAB.
- El sistema de televisión digital DVB.

2.2.8 Capa MAC

Como mencionan Radicelli y Cardona (2016), en el lenguaje de telecomunicaciones e informática se trabaja con el control de acceso medio (conocido por sus siglas en inglés MAC: *Media Access Control*), el cual se entiende como un conjunto de protocolos y mecanismos de comunicación que por medio de interlocutores como son las computadoras, por ejemplo; en donde se comparte información por medio de una transmisión común que por lo general es un cable eléctrico o una fibra óptica. En sí, la capa MAC sirve para gestionar el acceso a medios de comunicación de diferentes dispositivos (direccionamiento físico).

Los mecanismos utilizados para hacer que la capa física sea más robusta en un entorno inalámbrico se tratan en la subcapa MAC. Controla el acceso al medio por diferentes dispositivos al mismo tiempo, evitando colisiones de paquetes y ordenando el tráfico.

Linero, Camargo y Medina (2015) mencionan de manera amplia respecto a la capa MAC que:

La capa MAC utiliza el algoritmo CSMA – CA (Acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones) para la transmisión de datos; este algoritmo puede ser ranurado, si se envía *beacon* como habilitador y no ranurado si se accede de forma aleatoria; en ambos casos utiliza períodos de tiempo de retroceso a *UnitBackoffPeriod* alineando las ranuras de la

supertrama a enviar. El número máximo de `aUnitBackoffPeriod` antes de declarar fallo en el acceso al canal está definido por `macMaxCSMABackoffs`, y el número de períodos de retroceso que un dispositivo debe esperar antes de intentar evaluar un canal depende de forma exponencial del `macMinBE`. Los parámetros anteriores determinan el máximo tiempo de espera en la capa MAC para el envío de una trama (párr.9).

El estándar 802.11 utiliza técnicas CDMA/CA y RTS/CTS para este propósito, la mejor solución es una combinación de ambos métodos.

2.2.8.1 CDMA/CA (Acceso Múltiple con Detección de Portadora con Prevención de Colisiones)

Como se menciona en sitio web Digital Guide IOS (2018) el protocolo CSMA/CA:

... trata de reducir el riesgo de colisión y al mismo tiempo introduce un plan de actuación en caso de que se produzca. El protocolo es especialmente importante en las transmisiones realizadas en redes inalámbricas pues, debido a la misma naturaleza de la tecnología que utilizan, la circulación de los envíos es más desorganizada que la de los realizados por cable. Además, en las redes descentralizadas es esencial que todos los miembros sigan el mismo reglamento y organicen la comunicación entre ellos (párr 4.)

Con este mecanismo, todas las estaciones escuchan el canal para saber si otros dispositivos están transmitiendo y si está libre, está autorizado a transmitir. Si el canal está ocupado, la estación debe esperar hasta que finalice la otra transmisión y entrar en un procedimiento de espera aleatorio que evita que múltiples terminales intenten acceder al canal inmediatamente después de que se complete la transmisión anterior.

2.2.8.2 RTS/CTS (Solicitud de Envío / Permiso de Envío)

Procedimiento opcional en el que la estación genera una solicitud de envío (RTS) en la que el AP accede (CTS). Resuelve el problema del nodo oculto donde las estaciones no pueden detectar las otras transmisiones. En este caso, el punto de acceso gestiona las conexiones.

Según se menciona en el sitio web Digital Guide IOS (2018) que:

Las tramas Request to Send (RTS) o petición para enviar y Clear to Send (CTS) o permiso para enviar, componen el protocolo complementario de CSMA/CA conocido como RTS/CTS y conforma un procedimiento que tiene lugar antes de la transmisión de datos. Tras comprobar que el medio está libre, el emisor envía una trama RTS al destinatario, que también escuchan todos los miembros de la red dentro de su alcance, indicándole su deseo de iniciar una transmisión. Es decir, comunica que el medio de transmisión va a estar ocupado durante cierto tiempo (párr.18).

Cuando se activa el protocolo RTS/CTS y se complementa con CSMA/CA se logra la reducción de las colisiones a la trama RTS inicial, la cual evita el problema del nodo oculto.

Algunos de los estándares más utilizados del IEEE 802.11, así como los nuevos n y s, se tratan en la siguiente sección.

2.2.9 IEEE 802.11a

El protocolo IEEE 802.11a opera en la banda de frecuencia de 5 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mb/s, tiene un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras de edificaciones ya que opera en frecuencias superiores. Los dispositivos que operan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g. El estándar IEEE 802.11 a forma parte de la red local inalámbrica WLAN (Electronics notes, 2017).

Como principales características de IEEE 802.11a, están:

- Opera en la banda de 5.8 GHz y permite velocidades de hasta 54 Mbps.
- Tasa de datos típica (Wbps) es de 25.
- Utiliza la técnica OFDM.
- Banda RF (GHz) de 5.
- Incompatible con b/g por diferencia de frecuencia.
- Número de secuencias espaciales de 1.
- Ancho de canal de 20 MHz.
- 12 canales no superpuestos, 8 se utilizan para redes inalámbricas y otros 4 están destinados a conexiones punto a punto.

El estándar 802.11a utiliza los conceptos básicos de 802.11 como base y funciona dentro de la banda ISM industrial, científica y médica de 5 GHz, lo que permite su uso a nivel mundial en una banda sin licencia. Como formato de modulación es la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) que permitirle transferir datos sin procesar a una velocidad máxima de 54 Mbps, aunque un nivel práctico más realista está en la región de la región media de 20 Mbps (Electronics notes, 2017).

2.2.10 Modelo de Referencia OSI

Con el crecimiento del número de redes y la consiguiente necesidad de interconectarlas, se desarrolló un modelo de referencia con el objetivo de la estandarización de protocolos.

El modelo OSI se basó en una propuesta desarrollada por la ISO (Organización Internacional de Normalización) como un primer paso hacia la estandarización internacional de los protocolos utilizados en las diferentes capas. OSI significa Open Systems Interconnection, interconexión de sistemas abiertos, y el modelo se presta para hacer posible la interconexión de sistemas abiertos para comunicarse con otros sistemas (TANENBAUM, 2003, p. 40).

Se aplicaron los siguientes principios para llegar a cada una de las capas (TANENBAUM, 2003, p. 41):

- Se debe crear una capa donde se necesita un grado adicional de abstracción.
- Cada capa debe realizar una función bien definida.
- El rol de cada capa debe elegirse considerando la definición de protocolos estandarizados internacionalmente.
- Los límites de capa deben elegirse para minimizar el flujo de información a través de las interfaces.
- El número de capas debe ser lo suficientemente grande como para que distintas funciones no tengan que colocarse innecesariamente en la misma capa, y lo suficientemente pequeño como para que la arquitectura no se vuelva difícil de controlar.

2.2.11. El Modelo de Referencia TCP/IP

El modelo TCP/IP se usó en la pionera ARPANET y todavía se usa en su sucesora, Internet. ARPANET fue una red de investigación patrocinada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. A medida que la red creció y se conectaron nuevas universidades y oficinas gubernamentales a través de líneas telefónicas dedicadas, comenzaron a surgir problemas. Cuando surgieron las redes de radio y satélite, se hicieron evidentes los problemas con los protocolos existentes. Luego vino la necesidad de una nueva arquitectura de referencia, que tenía como uno de sus principales objetivos la interconexión de varias redes de manera más uniforme (TANENBAUM, 2003).

Debido a las necesidades del Departamento de Defensa, era imperativo que las nuevas redes sobrevivieran a fallas repentinas de hardware (en caso de un ataque, por ejemplo). Mientras las máquinas de origen y destino estén activas, se debe mantener la transmisión de datos. También era importante contar con una

arquitectura versátil, capaz de adaptarse a aplicaciones con diferentes propósitos, como la transmisión de archivos o de voz (TANENBAUM, 2003).

2.2.11.1 Las Capas del Modelo TCP/IP

Capa entre redes (internet): permite que los *hosts* inyecten paquetes en cualquier red y garantiza que lleguen de forma independiente a su destino, que puede ser una red diferente, incluso si llegan en un orden diferente (depende de las capas superiores reorganizar los paquetes). Esta capa define un formato de paquete oficial y un protocolo llamado IP (Protocolo de Internet). Depende de este entregar los paquetes IP donde se necesitan y evitar la congestión (TANENBAUM, 2003).

Capa de transporte: al igual que con el modelo OSI, permite que los *hosts* de origen y destino mantengan una conversación. Aquí se han definido dos protocolos: TCP (Protocolo de control de transmisión) y UDP (Protocolo de datagramas de usuario). TCP está orientado a la conexión, es confiable y permite la entrega ordenada y sin errores de un flujo de bytes desde una máquina determinada a cualquier otro destinatario en Internet. TCP fragmenta el flujo de bytes en varios mensajes distintos al salir y lo pasa a la capa de Internet. Estos mensajes se ensamblan en el orden correcto cuando llegan al destino. TCP también se encarga del control de flujo entre los dos *hosts*, evitando que un emisor muy rápido sobrecargue a un receptor muy lento (TANENBAUM, 2003).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

La metodología de la investigación genera una intervención del investigador con respecto a los resultados que precisa sustentar en conjunto con los objetivos para el presente estudio.

3.1 Enfoque Metodológico y el Método Seleccionado

En el siguiente capítulo se establecerá la forma apropiada de aplicación para la presente investigación con la finalidad de generar una guía en donde la información será de vital importancia para la comprensión de los resultados.

Es necesario mencionar que dicho capítulo contempla detalles varios como los sujetos, fuentes, descripción de los instrumentos según las variables establecidas, además, de la estructura a desarrollar considerando los objetivos planteados.

También para definir el enfoque de la investigación se precisa conocer de forma clara los objetivos del estudio, Mata (2019) menciona “el enfoque comprende todo el proceso investigativo y las etapas y elementos que lo conforman, lo cual implica que cada enfoque tenga características particulares respecto a diversos aspectos de la investigación” (p. 1), por lo tanto, para tales efectos de la presente investigación se contemplarán el enfoque cualitativo, el cuantitativo y el mixto.

3.1.1 Enfoque Cualitativo

El enfoque cualitativo establece una forma de extraer aspectos que expresan o describen cualidades de una investigación. Mata (2019) indica que “la investigación cualitativa asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos. El enfoque cualitativo de investigación privilegia el análisis profundo y reflexivo de los significados subjetivos e intersubjetivos que forman parte de las realidades estudiadas” (p. 1). Como resultado, para el presente proyecto se utiliza la metodología de tipo cualitativo para medir aspectos relacionados con la tecnología y se acompaña de conocimientos y opiniones siendo una alternativa esquemática.

3.1.2 Enfoque Cuantitativo

Para el enfoque cuantitativo es importante establecer por medio de procesos secuenciales y probatorios los objetivos de un determinado estudio.

Alan y Cortez (2017) indican que:

El objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables medibles (p. 69).

Por otro lado, Mata (2019) ejemplifica que “el enfoque cuantitativo de investigación se caracteriza por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recolección de datos estadísticos” (p. 2). En este caso, la utilización de la metodología cuantitativa se fundamenta en el desarrollo ingenieril con un diseño de una red Mesh y su aplicación en *e-health* el campo de la telemedicina en Costa Rica.

3.1.3 Enfoque Mixto

El enfoque mixto es una alternativa para ejemplificar de forma estratégica información recopilada de un determinado tema, además, generar mayor interés para el lector en cuanto a un estudio y sus implicaciones. Para Guelmes y Nieto (2015):

(...) el enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento, y justifica la utilización de este enfoque en su estudio considerando que ambos métodos (cuantitativo y cualitativo) se entremezclan en la mayoría de sus etapas, por lo que es conveniente combinarlos para obtener información que permita la triangulación como forma de encontrar diferentes caminos y obtener una comprensión e interpretación, lo más amplia posible, del fenómeno en estudio (p. 2).

Es una oportunidad para intercambiar ideas y proveer datos exactos que complementen la naturaleza de la investigación ya que, dicha combinación muestra las fortalezas del tema y limita la aparición de las debilidades.

3.2 Método

Se define para darle el rumbo a la investigación con respecto a la relación existente entre los objetivos y la finalidad de la investigación. Zita (2022) extiende que “los métodos de investigación son las herramientas que los investigadores utilizan para obtener y analizar los datos” (párr. 1). Para esta investigación es importante la aplicación de los métodos deductivo e inductivo.

3.2.1 Método Deductivo

Uriarte (2020) expresa que “se conoce como método o razonamiento deductivo a un tipo de razonamiento lógico que se caracteriza por extraer conclusiones válidas particulares a partir de una premisa o hipótesis general” (p. 1), es decir, la aplicación del método deductivo es una forma válida y correcta de analizar la información con la intención de generar resultados valiosos y concretos en una determinada investigación. Según Uriarte (2022) “este tipo de pensamiento opera cuando las conclusiones se hallan de alguna manera “dentro” de las premisas. Además, el razonamiento debe formular de manera adecuada el procedimiento para inferirlas”(p.1).

3.2.2 Método Inductivo

Sobre el método deductivo, Uriarte (2020) menciona que “se conoce con este nombre al modelo de razonamiento que sostiene el método científico. Es el camino de investigación que permite un grado de certeza y confiabilidad en el conocimiento científico” (p.2) ya que, es un método que permite una observación medida por la naturaleza de estudio, los fenómenos de la hipótesis y la verificación experimental de la información planteada de forma conclusiva en una investigación determinada.

3.3 Tipo de Investigación

Por medio de la investigación se aplican una serie de procedimientos que corresponden a un estudio de forma directa y participativa. Según la Universidad Veracruzana (2020):

...la investigación puede ser básica o aplicada; según los medios usados para obtener los datos; puede ser documental, de campo o experimental; atendiendo al nivel de conocimientos que se adquieren, podrá ser exploratoria, descriptiva o explicativa; dependiendo del campo de conocimientos en que se realiza, es científica o filosófica (p.1).

3.3.1 Tipo Exploratoria

Para este tipo de investigación es indispensable la extracción de datos de forma exploratoria como su nombre lo indica, según la Universidad Veracruzana (2020):

Esta es considerada como el primer acercamiento científico a un problema. Se utiliza cuando éste aún no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún determinantes. Recibe este nombre la investigación que se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior. Es útil desarrollar este tipo de investigación porque, al contar con sus resultados, se simplifica abrir líneas de investigación y proceder a su consecuente comprobación (p.8).

En el caso del present estudio se busca la adaptación del tipo de investigación para demostrar el alcance del tema en la vida cotidiana de la población incluida, además de evaluar las necesidades de la zona en donde se desarrolla la aplicación del estudio.

3.2.2 Tipo Descriptiva

La investigación descriptiva es una forma de ejemplificar por medio de la descripción características de una determinada población, según la Universidad Veracruzana (2020):

(...) utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio. Al igual que la investigación exploratoria, puede servir de base para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad (p. 9).

Es una manera de explicar y describir detalles sobre el tema de investigación, pero sobre todo generar un razonamiento a partir de datos relevantes identificados que respalden los objetivos de dicha investigación.

3.2.3 Tipo Correlacional

Se precisa de este tipo de investigación ya que, su principal interés es la aplicación no experimental de dos variables. Para la Universidad Veracruzana (2020) “es aquel tipo de estudio que persigue medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos o variables” (p. 11).

3.2.4 Tipo Explicativa

La investigación explicativa persigue una forma de describir y mantenerse cerca del problema intentando encontrar posibles causas. Según la Universidad Veracruzana (2020) “mediante este tipo de investigación, que requiere la combinación de los métodos analítico y sintético, en conjugación con el deductivo y el inductivo, se trata de responder o dar cuenta de los porqués del objeto que se investiga” (p. 10).

3.4 Descripción del Contexto o del Sitio, en dónde se lleva a cabo el Estudio

La definición del entorno físico es necesaria para la ejecución de un determinado proyecto, además de precisar un estudio en donde se contemplen todos los factores que participarán. Pérez y Gardey (2022) mencionan “el contexto está formado por una serie de circunstancias (como el tiempo y el espacio físico) que facilitan el entendimiento de un mensaje”, para el presente proyecto el sitio donde podría potencialmente desplegarse sería en ubicaciones remotas en Costa Rica, donde no existan una infraestructura suficiente, logrando así poder aplicar servicios de telemedicina.

El distrito de Bahía Drake, en el cantón de Osa, Costa Rica es como indica el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) (2016) un área rural sobre todo rodeada de playas, pero también con la reserva biológica de Isla del Caño. Es un sitio agrícola donde la mayoría de la población vive de los cultivos. Se considera con el INDER de desarrollo rural bajo, y donde la mayoría de la población es joven en el rango de 19 a 35 años.

Las vías de comunicación son deficientes, puesto según el INDER (2016) menos del 10% de las vías están asfaltadas y la mayoría no están en buen estado. Pese a eso es un lugar donde acostumbran a llegar muchos turistas por el atractivo del paisaje y la naturaleza.

3.5 Las cCaracterísticas de los Participantes y las Fuentes de Información

Para este punto es importante definir la intervención de cada factor ya que, permitirá conocer la extensión de la investigación. También conocer detalles de los participantes es una alternativa para generar al lector una guía del interés del investigador y sobre las fuentes es un respaldo utilizado para apoyar las expectativas de una investigación.

3.5.1 Sujetos de información

La intervención de los sujetos de información es delimitada por la intervención de personas, grupos que comparten un conjunto de características, opiniones,

experiencias, calidad de vida, en donde su interés y relevancia es medida por medio de los enfoques de la investigación.

Por otro lado, el respaldo de la información es medido por las fuentes consultadas como un recurso indispensable para generar un interés genuino en una investigación.

3.5.2 Fuentes de Información Primaria

Las fuentes primarias son aquellas visitas informativas que generan datos de primera mano para un estudio concreto. Ruiz y Vargas (2008) indican que “contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa” (p. 2).

3.5.3 Fuentes de Información Secundaria

Las fuentes secundarias parten desde un punto intermedio ya que, en muchos casos son una secuencia de las fuentes primarias. Para Ruiz y Vargas (2008):

Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias (p. 3).

Además, las fuentes secundarias son una forma de exponer, explicar o interpretar información producida después de otra información producida y analizada, siendo una alternativa de extensión para conocer mayores detalles de un tema concreto.

3.6 Población

La población se determina por la cantidad de personas, factores, elementos en un área determinada o que comparten características que generan un interés para el investigador.

Se consideran dos tipos de población que serán analizadas bajo instrumentos para la recopilación de datos. En primera instancia, se evaluará con expertos en el desarrollo de poblaciones el tema de la tecnología Mesh y telemedicina, con la finalidad de aportar una solución a sitios remotos con difícil acceso a infraestructura en telecomunicaciones.

Como una segunda población se reconoce a las personas con experiencia en el tema, quienes aportarán información relevante para el diseño de la red ya que, se precisa de la expectativa vivencial que podría aportar alternativas de construcción y afinar detalles considerando las necesidades de los dos médicos y el enfermero de la zona.

3.6.1 Población Infinita

En la población infinita existe un interés de abarcar una población que genere información variada según la experiencia, realidad del participante o partiendo de un interés por generar datos relevantes que ayuden a una determinada población. Debido a lo mencionado, la editorial Grudemi (2018) indica que es “aquella población que está compuesta por un número grande de elementos” (p. 1), en donde el investigador extiende sus horizontes de búsqueda de información tomando distintos participantes y analizando la información según el punto de vista de expertos en el área de telemática, telecomunicaciones, telemedicina, además de personal médico y sus implicaciones con respecto al tema.

3.7 Las Técnicas e Instrumentos para la Recolección de los Datos

En la investigación, la recopilación de datos es considerada la tarea principal ya que, se considera como la principal función a realizar con la finalidad de obtener los resultados esperados para posterior ejecutar el análisis respectivo. Garay (2020) indica que:

Los instrumentos de investigación son los recursos que el investigador puede utilizar para abordar problemas y fenómenos y extraer información de ellos: formularios en papel, dispositivos mecánicos y electrónicos que se utilizan

para recoger datos o información sobre un problema o fenómeno determinado (p. 12).

Por lo tanto, el instrumento registra datos medibles u observables que presentan la información relevante para el investigador.

3.7.1 Entrevista

La utilización de la entrevista establece una forma de generar un contacto directo con los participantes. Para Garay (2020):

La entrevista es la técnica con la cual el investigador pretende obtener información de una forma oral y personalizada. La información versará en torno a acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona tales como creencias, actitudes, opiniones o valores en relación con la situación que se está estudiando (p. 5).

En la presente investigación es una manera de generar detalles necesarios para el diseño de la red o bien, que aporten datos específicos del tema en desarrollo ya que, la infraestructura en telecomunicaciones es indispensable para los centros de salud como lo extiende dicho estudio.

En la entrevista se considerará la realización de preguntas cerradas para generar una agrupación de información y cuantificar los datos recopilados. Según Equipo Editorial Etecé (2022):

(...) las preguntas cerradas son aquellas que limitan las opciones de respuesta del destinatario, obligándolo a escoger entre las opciones disponibles, que pueden ser distintas apreciaciones (muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo) o simplemente afirmativas o negativas (Sí o No) (p.1).

Estas son consideradas para las investigaciones cuantitativas ya que, permite la inducción del participante hacia las respuestas siendo una forma de especificar directamente la información requerida y generando al investigador detalles precisos.

3.7.2 Revisión Documental

Además, de la recolección de datos se realizará una exhaustiva revisión bibliográfica y fuentes oficiales sobre el estado actual de los servicios de redes Mesh y su aplicación en *e-health* el campo de la telemedicina en Costa Rica. Según Garay (2020) “consiste en la revisión de material bibliográfico existente con respecto al tema a estudiar. Se trata de uno de los principales pasos para cualquier investigación e incluye la selección de fuentes de información” (p. 11), ya que se considera importante establecer qué tecnología y cuáles medios existen en la actualidad para valorar la forma de adaptar la tecnología.

3.8 Validez de las herramientas de investigación

Cuadro 3. Aplicación de instrumentos y técnicas considerando la población de interés

Población	Características de Población	Totalidad de Población	Instrumento de Investigación
Expertos tecnológicos en Mesh y telemedicina	Personas que conforman los equipos de desarrollo de red y telemedicina	6-10	Entrevista
Personas con experiencia (personal médico y de enfermería)	Personas encargadas de diseñar redes	6-10	Entrevista
Procesos técnicos	Todos los procedimientos y prácticas empleadas para la instalación de la red WiFi Mesh por medio de pruebas a la red	10	Revisión documental

Nota: elaboración propia (2022).

3.8.1 Variables

Por medio de las variables es posible extraer diferentes valores dentro de un conjunto determinado bajo una variable medida. Dentro de una investigación las

variables incluyen todas las características, propiedades de un objeto o fenómeno determinado siguiendo los diversos valores y sus implicaciones. Por medio de las variables se establecerán los anexos realizados en donde se tomará en cuenta la opinión de expertos, personal médico y enfermeros, considerando la importancia de conocer información específica de la red WiFi Mesh y conocer la experiencia tomando las necesidades existentes según aspectos resultantes del uso diario de la telemedicina.

Cuadro 4. Variables

OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN INSTRUMENTAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Identificar los beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi MESH en los centros de asistencia remotos o móviles en el sector de la Bahía Drake entre los médicos y funcionarios del Área de Salud de Osa.	Beneficios de la aplicación	Conocer los beneficios de aplicación de una red de WiFi Mesh, siendo una alternativa de mejora en cuanto asistencia remota o móvil. Conocer los beneficios del uso de la telemedicina.	Mapeo de información que genere los beneficios descritos. Entrevista a expertos Ítems 1 a 3	Beneficios de la tecnología Ventajas de la tecnología Uso de la tecnología
Identificar los requerimientos de equipos necesarios para el diseño de la red Mesh en el sector de Bahía Drake.	Requerimientos del equipo	Conjunto de requerimiento del equipo para su efectivo funcionamiento y aporte de avance tecnológico a nivel experto y según uso cotidiano.	Extracción de la información necesaria para conocer detalles sobre equipos Entrevista a expertos Ítems 4 a 6	Requisitos de implementación Tipos de equipos Experiencia de uso de la tecnología WiFi Mesh
Establecer la factibilidad económica de acuerdo con la opinión de las autoridades del Área de Salud de Osa.	Factibilidad económica	Aplicación del procedimiento técnico considerando las implicaciones recursivas económicas y tomando la experiencia de las partes interesadas o involucradas.	Análisis de resultados según la entrevista aplicada indicar el # de preguntas de la entrevista. Entrevista a expertos Ítems 7 a 8	Costos de la tecnología Factibilidad económica
Establecer el procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh utilizando pruebas a la red.	Procedimiento técnico	Consideraciones técnicas que impliquen el involucramiento de los interesados, tomar la información de expertos y unirla con la experiencia cotidiana de uso.	Datos recopilados de la entrevista aplicada e Información relevante extraída de consultas bibliográficas Entrevista a expertos Ítems 7 a 8	Conexión de los centros de asistencia remotos

<p>Realizar las pruebas de la red WiFi Mesh basado en las sugerencias de los técnicos del Área de Salud de Osa por medio de metas que valoren los niveles de cumplimiento.</p>			<p>Entrevista a expertos Ítems 11 a 12</p>	<p>Realización de pruebas Parámetros de cumplimiento</p>
--	--	--	--	--

Nota: elaboración propia (2022).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el análisis e interpretación de resultados es la oportunidad del investigador para exponer de forma conclusiva la información recopilada durante todo el proceso ejecutado, esto se aplica de forma ordenada y comprensible.

La aplicación de los instrumentos recolectó información en donde el tratamiento de esta arrojará conclusiones según consideraciones del investigador. En este apartado se consulta a personas que tienen experiencia en red WiFi Mesh que ayudan a dar un panorama de su uso en telemedicina.

4.2.1 Análisis de la encuesta

Objetivo 1: Beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles.

Beneficios con el uso de la red WiFi Mesh

Se realizó la consulta a los expertos entrevistados para que mencionaran los beneficios de las redes Mesh a lo que señalaron: El entrevistado 1 indica que una red Mesh es capaz de redirigir el tráfico por la red siempre de forma óptima para disponer siempre de la mejor. Para el entrevistado 2, los beneficios son movilidad, dentro de la zona de cobertura, sin tener que cambiar de SSID.

El entrevistado 3 responde:

A mi parecer para redes del tipo sensitivas como las de telemedicina son el camino correcto, proveen tres grandes ventajas: 1. escalan fácilmente, 2. alta disponibilidad y baja latencia y finalmente, aportan inteligencia sobre la mejor ruta de comunicación disponible en el momento.

El entrevistado 4 solo comenta que la experiencia de los usuarios es mejor en tipo de red.

Por lo tanto, queda claro que la red WiFi Mesh es la mejor forma de redirigir el tráfico en la red, sobre todo por las grandes ventajas en la movilidad, a lo que añade la baja latencia. Es decir, existe un acuerdo unánime de las personas en que es

tecnología adecuada.

Ventajas de usar la red WiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles.

Por medio del uno de la red WiFi Mesh es posible redirigir el tráfico por toda la red de la manera óptima posible para que se disponga de buena señal en todo momento. Para lograr lo antes mencionado cada satélite o nodo escoge de manera inteligente en cual se puede conectar cada usuario según el estado de estos, la saturación de la señal, la distancia a cada uno de ellos o la potencia de la señal.

Los expertos entrevistados mencionan como ventajas lo siguiente: entrevistado 1, la red WiFi Mesh mejora la cobertura y llegar a más rincones. El entrevistado 2, dice que le brinda movilidad al usuario final y garantiza ancho de banda. El 3 indica que tiene alta disponibilidad, es decir es poco probable que existan desconexiones en momentos críticos, la segunda ventaja es la movilidad de instrumentos médicos (portabilidad) de manera eficaz, eficiente y segura. El entrevistado 4 comenta que el servicio en los centros de asistencia remota se mejora en este tipo de red. La eficiencia de este tipo de red se mejora con esta tecnología.

Por lo tanto, la principal ventaja es la cobertura y la mencionada movilidad. A lo que se une que es fiable, y por esta razón es poco probable que es fiable, y lo más importante, es que se adapta a la portabilidad de los instrumentos médicos, teniendo en cuenta que muchos de ellos están guardados y luego deben trasladarse cerca el paciente.

Uso de esta tecnología en el caso de la telemedicina en Costa Rica

En este punto los entrevistados 2 y 3 manifiestan desconocer el tema, el consultado que cree que se usa en telemedicina, y el 1 afirma que "... las tecnologías aptas de uso de la telemedicina están: fibra óptica, satelital, bucle radioeléctrico y LiFi."

Objetivo 2: Requerimientos de equipos necesarios para el diseño de la red Mesh

Sobre los requisitos para implementar la tecnología los entrevistados comentaron:

- El entrevistado 1 afirma que se requiere un proveedor de solución Cisco y refiere a al sitio <https://blogs.cisco.com/networking/reinventing>
- El entrevistado 2 alude a los_access point soporten Mesh, el 4 al WLC y los AP la soporten. Pero el experto 3 es mucho más específico.
- El entrevistado 3 indica que estudiar el área donde se requiere implementar y obtener equipo que permitan la utilización de la tecnología, es decir diseñados para operar de forma Mesh. aunque es posible realizarlo con equipo tradicional, en entornos sensitivos recomendaría utilizar equipo diseñado especialmente para operar en modo Mesh.

Lo importante es lo que dice el entrevistado 3, quien señala la necesidad de equipos específicos para modo Mesh, pero también otros aportan la necesidad de un proveedor de CISCO, y de darle importancia a los Access Point.

Experiencias existentes de uso de la tecnología red WiFi Mesh por parte de entrevistados

A la pregunta al respecto a los expertos entrevistados sobre la implementación de redes Mesh en las instituciones públicas indicaron los entrevistados 1 al 3 desconocen algún uso por parte del Estado de la tecnología red WiFi Mesh; el 4 alude a que “en los Bancos del Estado se implementa esta tecnología”. Es decir, su conocimiento no es muy amplio.

Objetivo 3: Factibilidad económica

Costos del uso de dicha tecnología

En cuanto al conocimiento que tienen los expertos respecto al costo del uso de tecnología Mesh mencionaron:

- Para el sujeto 1 sobre el costo si un estudio predictivo, pasivo y activo previo es requerido al dimensionar y remite al sitio: <https://community.cisco.com/t5/wireless/arquitectura-y-dise%C3%B1o-wireless/td-p/2965523>".
- El profesional 2 afirma que los "router con esta tecnología son más caros. Pero ya se encuentra una gama de proveedores".
- El entrevistado 3 manifiesta que el costo es variable y "cada equipo ronda entre los 150 dólares y 350", mientras para el 4 "los costos de esta tecnología son similares a cualquier otra tecnología WiFi", es decir no lo define.

Aunque se manifiesta que existen diversos proveedores, solo el tercer entrevistado fue concreto, pero dio un margen de precios demasiado amplio.

Factibilidad económica para cubrir la necesidad de una red WiFi Mesh

En cuanto a la factibilidad económica que se requiere para la instalación de una red inalámbrica Mesh, los expertos entrevistados señalaron que

- El entrevistado 1 refiere a una tesis en línea <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2258/1/QUIMIS%20SANCA%20BRUNO%20ANTONIO.pdf>, es decir, no responde directamente.
- "Si se requiere cubrir toda un área de trabajo, y que el usuario tenga movilidad, se debe implementar", el cuatro comenta "Si como los precios de esta tecnología son muy similares a otras se tiene completa factibilidad

económica”.

Como se puede notar, sobre factibilidad económica las personas no poseen elementos suficientes para opinar.

Objetivos 4: Procedimiento técnico

Forma de conectar los centros de asistencia remotos o móviles

Para que los centros de salud se logren conectar de manera inalámbrica los expertos entrevistados mencionaron:

- Entrevistado 2: la conexión con los centros remotos o móviles debe ser centralizada, el dos comenta que “con la tecnología disponible, hacia el sitio remoto. Wireless (LTE,WiMAX,), fiber”.
- Entrevistado 3 señala que “en centro a través de una red Mesh la cual se comunique con reduncia de enlaces hacia sede principal. Sugiero revisar estrategia Fog de CISCO”.

Se sigue lo que dice el entrevistado 3, redundancia de enlaces de tipo remoto, pero con conexión centralizada.

Objetivo 5: Pruebas de la red WiFi Mesh

Forma de realizar las pruebas de la red WiFi Mesh

Los expertos entrevistados mencionan una serie de pruebas que se pueden realizar a una red WiFi:

- Entrevistado 1 sugiere varias herramientas *site survey*:
 - 1.- Visiwave
 - 2.- Acrylicwifi
 - 3.- NetSpot (gratis)

El entrevistado 1 prosigue: “Si el site survey que piensas realizar necesita un mayor estudio y dedicación y tu presupuesto es alto, te recomiendo los siguientes programas: Ekahau, Airmagne”.

- Entrevistado 2 sugiere el “Medidor de cobertura WiFi. Que te permita ver el mapa de cobertura de cada *access point*”.
- Entrevistado 3 detalla el realizar pruebas de cobertura en sitio y pruebas de fallos de equipos, recomendando validar que enrutamiento sea correcto una vez un equipo falle. Incluir dentro de pruebas fallas durante períodos de alta demanda de datos.

Se deben realizar las mismas pruebas prácticamente que se practican a cualquier equipo.

Al final de cuentas se sugieren que se usen pruebas estándares con herramientas como Visiwave o parecidas, y los programas Ekahau, Airmagne.

Parámetros de cumplimiento

El entrevistado 1 solo refiere a los parámetros de cumplimiento descritos en portal Cisco. Entrevistado 2 comenta que hay que tener cuidado al “Handover entre *access point* el IP no cambie”. La persona 3 expresa que “Validar latencia, disponibilidad de enlace y seguridad de comunicaciones, incluir cifrado de datos”, en tanto el número 4 no responde. Es decir, todos propusieron diferentes parámetros todos válidos, pero obviamente se debe escoger uno.

Problemas que se pueden presentar con la tecnología descrita

De los problemas que se pueden encontrar, se realizó la consulta a los expertos señalando:

- El entrevistado 1 es claro, identificando el principal problema, es que el proveedor incumpla las garantías de productos o la baja calidad de la manufactura. También alude a la generación de *site survey*. Existe en el

mercado diferentes clases de software para realizar un *site survey*, los hay desde aquellos en donde solo te muestran los niveles de cobertura y existen otro tipo más profesionales que te pueda proporcionar una lectura de utilización del espectro y ruido tanto 802.11 como non-802.11

- Entrevistado 2 y 3 enfatizan que es que “unos de los *access point* fallen. Se pierde cobertura en el área”. El entrevistado 3 como en otros casos, comenta de forma más amplia: “Uno de los principales problemas que vas a encontrar se centra en costos, complejidad de implementación, tiende a ser más alta que redes tradicionales. Equipos consumen mayor cantidad de energía por lo que se incrementa el consumo energético”.
- De nuevo, el entrevistado 4 no responde.

En síntesis, se requiere la validación de la garantía de los productos, lo que implica que se use programas y se busque en sitios que puedan dar la información. A este se une que se indica que su implementación es mayor a las redes tradicionales.

4.2.2 Entrevista a personal médico del Área de Salud de Osa

Objetivo 1: Beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi Mesh

Beneficios que tendría la telemedicina en su labor y en la de sus compañeros

Según el entrevistado 1, el paciente no tendría que invertir mucho dinero para trasladarse hasta el hospital cuya distancia es de muchos kilómetros, el especialista podría reducir listado de espera en pacientes que verdaderamente necesita valorar de manera presencial.

El entrevistado 2 enfatiza la disminución de listas de espera y referencias innecesarias de cosas que podrían atenderse por telemedicina. El 3 dice que múltiples beneficios para definir el manejo de pacientes y evitar un traslado a veces innecesario, sobre todo cuando hay dudas de manejo.

Es decir, se indica como principales beneficios evitar el traslado de los pacientes, y por supuesto esto implica una menor erogación económica.

Características que debería tener el servicio de telemedicina

Con la telemedicina hay que recalcar que no solamente se incluye el realizar un diagnóstico y tratamiento a pacientes, sino además se incluyen servicios de educación médica y la discusión de casos clínicos entre colegas. Con esta metodología se han logrado optimizar los recursos de los servicios de salud, economizando en factores como tiempo, dinero y, además, facilita el alcance y el acceso de la medicina hacia otras zonas geográficas y otras personas.

Las personas entrevistadas en lo referente a la consulta sobre las características básicas de telemedicina indicaron: de acuerdo con el entrevistado 1, que permita la adecuada valoración entre médico y paciente; adecuado equipo audiovisual que permita ser los ojos y oídos del especialista a cientos de kilómetros; el número 2 agrega buena conexión, poder compartir imágenes; en tanto el sujeto 3 pide que sea multidisciplinario. En otras palabras, la fiabilidad de la conexión es fundamental, y piden equipos que se vinculen a otros que brinden imágenes.

Objetivo 2. Requerimientos de equipo necesario

Necesidad de comunicación con otros niveles de atención con exámenes, consulta a especialistas, y otro tipo de información

Se indica que la necesidad es máxima “Pacientes de escasos recursos económicos pierden menos citas/menor ausentismo, mayor liquidez económica para las familias cuyo recurso económico es muy limitado”. El entrevistado 2 describe la capacidad de valorar Rayos X a nivel de EBAIS, espacio destinado en la consulta de especialistas para atención de estos casos. El solo dice que no existe esa comunicación.

Forma en que se enfrentan las necesidades dichas

Para conocer las formas de cómo enfrentar las necesidades, el personal entrevistado mencionó:

- Entrevistado 1 indica que algunas especialidades tienen la facilidad de Telemedicina, siendo el grado de satisfacción es alto.
- Entrevistado 2 menciona que solo se pueden valorar Rayos X en el hospital o mediante CD, que es un gasto de insumos que podría evitarse. No hay espacio en agendas por la misma afluencia de referencias de los EBAIS del Área de Salud.
- El entrevistado 3 expresa que por medio de múltiples llamadas telefónicas y traslado de pacientes.

En otras palabras, solo se realizan diagnósticos básicos y exámenes de Rayos X, lo que sin duda constituye una gran limitación, hay una gran cantidad de pacientes que tienen que ir a otros centros de salud de la CCSS.

Objetivo 3: Factibilidad económica

Costos de los servicios usados por los médicos y enfermeras en telemedicina

Para determinar el costo de servicios en telemedicina se requiere realizar una serie de procesos y procedimientos financieros en donde se incluye entre esos informes el conocer el retorno de la inversión y su valor actual.

Todos los consultados dijeron desconocer los costos, pero están seguros que es mucho menor que trasladar pacientes, o desplazarse para obtener resultados de exámenes.

Objetivos 4: Procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh

Características técnicas que debería tener este servicio de telemedicina

Para conocer si las personas entrevistadas tienen conocimiento sobre las características técnicas requeridas para el trabajo en telemedicina, mencionaron: El entrevistado 1 no responde, el 2 buena señal y audio y poder compartir imágenes, y el 3 “espacio cómodo equipo de computación, televisor, equipos para valorar RX y equipo de ORL” En otras palabras la conexión a equipos que brinden imágenes es lo prioritario.

Objetivo 5: Pruebas de la red WiFi Mesh

Considera útil la implementación de pruebas para mejoras en la telemedicina

Las personas entrevistadas mencionaron de una manera unánime que sí es necesario el realizar pruebas del sistema de telemedicina antes de implementarlo en los diferentes centros de salud.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones. Las conclusiones son los argumentos que le quedan al autor después de la aplicación de los resultados, que se refieren a lo que se plantea en los objetivos. Las recomendaciones remiten a lo que se propone para solucionar determinada situación.

5.1. Conclusiones

Las conclusiones se derivan de las recomendaciones de la investigación y tienen como finalidad determinar el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

Corresponde al objetivo 1: Identificar los beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles en el sector de la Bahía Drake entre los médicos y funcionarios del Área de Salud de Osa.

- Como se comenta, la tecnología de redes o malla tiene la ventaja de cubrir de una manera más adecuada el espacio de trabajo en el hogar o el área de trabajo. Se pueden utilizar varios *router* para mejorar el área a abarcar, y así aumentar la cobertura y la estabilidad de la red. Al final se tiene alta disponibilidad y latencia.
- En lugares lejanos como Bahía Drake es factible que el tráfico se redirija de mejor forma y que de esta se tengan una buena señal. Debe tenerse en cuenta que en zonas alejadas como está, la posibilidad de tener una conexión con un adecuado ancho de banda es difícil de conseguir.
- Además, se señala que, desde los inicios de epidemia del COVID en Costa Rica, a inicios del 2020, la telemedicina ha tomado más auge, pues se ha tratado de sustituir la consulta presencial; sin embargo, se indica que la forma ideal es contar con fibra óptica, aunque con la tecnología Mesh en buena medida esta carencia se puede suplir.
- Al final, se trata de brindar a los pobladores de zonas como Bahía Drake, la posibilidad de servicios médicos que de forma física solo se pueden acceder en plazos sumamente largos de tiempo. Y además para los doctores tener la

posibilidad de revisar exámenes o consultar a especialistas para mejorar la calidad de la atención que brindan. En este sentido es indispensable tener equipo para poder compartir imágenes.

Corresponde al objetivo 2: Identificar los requerimientos de equipos necesarios para el diseño de la red Mesh en el sector de Bahía Drake.

- A nivel concreto, los expertos en tecnología Mesh fueron claros en primer lugar, que se puede usar equipo tradicional en entornos sensitivos, pero se requiere que los access point soporten Mesh, el 4 al WLC y los AP la soporten. Y para una persona lo mejor es tener un proveedor de solución CISCO. También se indica la necesidad de la ubicación de los *router* en lugares que no estén escondidos o sea de difícil acceso en las instalaciones.

Corresponde al objetivo 3: Establecer la factibilidad económica de acuerdo con la opinión de las autoridades del Área de Salud de Osa.

- Se encuentra que los costos son relativamente económicos en relación con otros sistemas, pero sí se requiere WiFi 5 o bien, WiFi 6. Se reconoce que los costos de los *router* de Mesh son más caros. Ese costo es muy variable, pero promedio general va de los 150 a 350 dólares que es un precio módico para poder llevar el servicio de telemedicina a una comunidad alejada. Pero también es cierta que para una buena cobertura se requieren torres en zonas estratégicas, lo que aumenta la inversión.

Corresponde al objetivo 4: Establecer el procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh utilizando pruebas a la red.

- Se ha indicado que la conexión con los centros remotos o móviles requiere ser centralizada, y se necesita redundancia de enlace donde se haga uso de la estrategia Fog de CISCO. Luego para el mantenimiento se puede acudir a los dispositivos de forma remota, es decir que los técnicos lo hagan a distancia.

- Realizar las pruebas de la red WiFi Mesh basadas en las sugerencias de los técnicos del Área de Salud de Osa, por medio de metas que valoren los niveles de cumplimiento.
- Lo primero es tener pruebas o test de velocidad que permiten verificar el estado de la conexión donde se recomiendan las siguientes: Visiwave, Accrylicwifi y.- NetSpot (gratis). A estos se pueden añadir Ekahau, Airmagne. También es indispensable un medidor de WiFi, para medir la cobertura del access point. A esto debe verificarse que el enrutamiento sea correcto, y realizar pruebas de fallas en períodos de alta demanda de datos. Junto a este se debe validar la latencia y disponibilidad del enlace.

5. 2. Recomendaciones

A nivel general, se señala la conveniencia de que se realicen inversiones a nivel público y privado para desplegar redes Mesh que puedan dar acceso a servicios de telemedicina en ubicaciones remotas y/o arrendadas (+90) en Costa Rica, donde se puede tener un ahorro de costos al utilizar la implementación de tecnologías inalámbricas como alternativa a una red cableada para telecomunicaciones en centros médicos remotos.

Identificar los beneficios de aplicación que tendría la implementación de una red WWiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles en el sector de la Bahía Drake entre los médicos y funcionarios del Área de Salud de Osa.

De todo lo indicado se puede concluir que el uso de la red WWiFi Mesh es beneficioso para los médicos que laboran en el sector de Bahía Drake. Entonces lo que debería hacerse es presentar la propuesta en la gerencia del Área de Salud de Osa indicando los beneficios que se obtienen.

Esto implica indicar las necesidades que se tienen en la actualidad y la forma en que pueden ser suplidas y la manera en que se puede llegar a implementar un proyecto de este tipo mencionando sus diversas fases. Los médicos también pueden hacer un escrito solicitando el servicio.

Identificar los requerimientos de equipos necesarios para el diseño de la red Mesh en el sector de Bahía Drake.

Los equipos han sido identificados, pero se requiere valorar mediante un estudio de mercado cuáles son los mejores equipos que se tengan disposición en el mercado, además de lo que cobraría en proveedor de solución CISCO. A lo que posiblemente se tendrá que agregar una torre. Posiblemente tenga que seguir un procedimiento de compra directa, es un monto bajo, y esto servirá para realizarlo.

Establecer la factibilidad económica de acuerdo con la opinión de las autoridades del Área de Salud de Osa.

Precisamente el monto indicando entre 150 a 350 dólares de los equipos más una torre de pequeñas dimensiones ya citada hace que la inversión sea modesta, usando la tecnología Mesh. Como al final esto servirá para incrementar en forma apreciable la calidad de la atención esto hace que la relación costos beneficio sea muy elevada.

Establecer el procedimiento técnico para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh utilizando pruebas a la red.

Precisamente, todas las medidas de conexión tienen que ser objeto de un trabajo por parte de los técnicos. En este sentido debería existir un grupo de dos personas que hagan una lista de las principales medidas, y que defina un cronograma para todo el proceso.

Realizar las pruebas de la red WiFi Mesh basado en las sugerencias de los técnicos del Área de Salud de Osa por medio de metas que valoren los niveles de cumplimiento.

Se mencionaron muchos programas, pero para el estado de la conexión, tiene que escogerse el óptimo, pero sobre todo el más adecuado para la red Mesh. Luego tiene que definirse la cantidad de pruebas de fallas, en un período de alrededor de una semana, y sacar estadísticas en ese plazo, para ver si son aceptables o no, y qué se debe mejorar.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

6.1 Introducción

Una de las más grandes limitaciones al día de hoy en lugares alejados, con difícil acceso, como es el caso de Bahía Drake, es la prestación de servicios de internet, con grandes restricciones en cuanto a velocidades y opciones de proveedores en el área, lo cual limita en este caso a los centros de salud a trabajar con los recursos mínimos, que usualmente no son optimizados de la mejor manera y no están pensados para la prestación de servicios de telemedicina.

6.2 Descripción de la Propuesta

En los capítulos anteriores se desarrolló una investigación donde se estableció una metodología específica, instrumentos de recolección de información y su análisis para determinar la importancia de la telemedicina en los centros de salud alejados del país, además de los beneficios que una red WWiFi Mesh traería a los centros de salud.

En la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, se requiere contar con un sistema eficiente y eficaz para sacar provecho a las últimas tendencias mundiales, tener ahorro en los costos y dar un mayor beneficio a los asegurados; algo de vital importancia para el crecimiento y desarrollo de las comunidades.

Este apartado brinda la propuesta para brindar alternativas de diseño de red para una red WiFi Mesh en el EBAIS de Drake, con la finalidad de la implementación de la telemedicina, ya que es mucha relevancia para la comunidad.

6.3 Objetivos de la Propuesta

6.3.1 Objetivo General

Diseñar el diagrama lógico y físico de una red WWiFi Mesh por medio de herramientas tecnológicas, para el uso en telemedicina por parte de los médicos y enfermeras del sector de Bahía Drake, en el año 2022.

6.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer el procedimiento a través de cronogramas de actividades y matriz de responsables para la implementación e instalación de la red WiFi Mesh en el Área de Salud de Osa en el año 2022.
- Realizar un estudio de mercado mediante las actividades de recolección de información con diferentes proveedores para la implementación e instalación de la red WWiFi Mesh en el Área de Salud de Osa en el año 2022.

6.3 Justificación de la Propuesta

El presente estudio valida la importancia y los beneficios que alcanzaría la Caja Costarricense del Seguro Social, en el EBAIS de Bahía Drake, con la implementación de su diseño de red WWiFi Mesh para el uso de la telemedicina.

El pueblo de Drake, es una población alejada, en la cual, según la investigación, sus habitantes son personas de bajos recursos en su mayoría, y al no tener servicios de telemedicina, muchas veces tienen que ir al hospital más cercano en Ciudad Cortés, lo cual representa un viaje de aproximadamente 5 horas, incluyendo traslado en el mar por medio de lanchas y al menos dos autobuses de horarios restringidos para poder llegar a una cita especializada, esto también representa un gasto no menor a los 20 mil colones por persona, solamente en gastos de transporte .

Con la creación de un servicio de telemedicina con los equipos necesarios, su implementación traería consigo los siguientes beneficios:

- Diagnósticos a pacientes en menores tiempos vía remota (Tele consulta).
- Prescripción de tratamientos en tiempo real.
- Prevención de enfermedades.
- Seguimiento a enfermos crónicos con necesidades inmediatas.
- Capacitaciones a profesionales de la salud de forma continua.
- Reducción de listas de espera.
- Optimización de recursos disponibles
- Eliminación de barreras geográficas.

- Reducción de flujo de personas en los centros de salud.

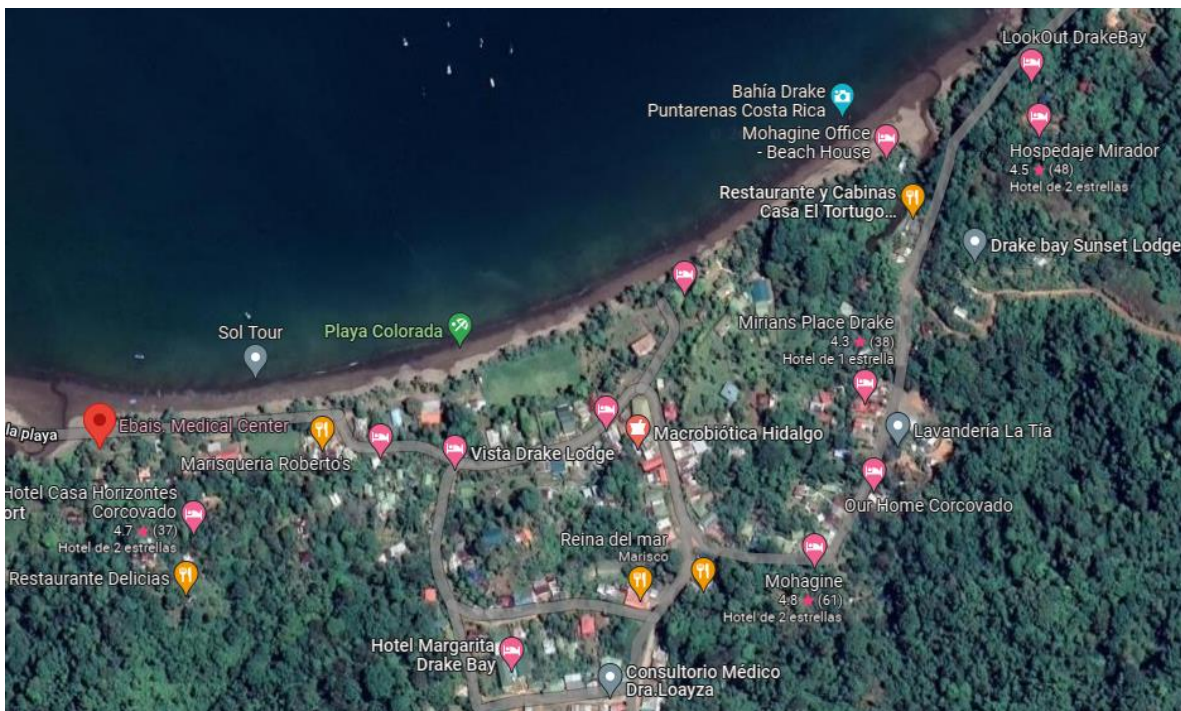
6.4 Alcance

El alcance de la propuesta abarca a los usuarios y pacientes del EBAIS de Bahía Drake, así como a todos los vecinos de las localidades cercanas, personal de salud, además, los que pudieran estar involucrados como especialistas en las consultas de telemedicina para ese EBAIS.

6.5 Ubicación Geográfica

El EBAIS se encuentra en la zona en la provincia de Puntarenas, perteneciente al Cantón de Osa, en el distrito de Drake.

Figura 7. Ubicación EBAIS



Fuente: Google Maps (2022).

6.6 Publico Meta

El público meta son los principales beneficiarios del proyecto por lo que se puede dividir público meta primario y secundario:

A. Primario: sin duda alguna los beneficiarios directos son los trabajadores de salud del EBAIS de Bahía Drake.

B. Secundario: todos los pacientes que acuden a consulta en el Área de Salud de Drake, junto con usuarios de zonas aún más alejadas que pueden ser beneficiados con el uso de la telemedicina.

6.7 Introducción a la Propuesta

Debido a los recientes ciber ataques que ha tenido la Caja Costarricense del Seguro Social, y por motivos de confidencialidad y limitaciones, ha sido un poco difícil el acceso a cierta información correspondiente a proveedores de servicio de internet, configuración actual de las redes, y otros detalles técnicos. Sin embargo, se ha realizado un poco de investigación de campo e ingeniería social con trabajadores de la CCSS y vecinos de la zona, cuya información sirva para esta propuesta.

Uno de estos supuestos es la velocidad de la conexión de internet, para el EBAIS, en la zona de Osa, específicamente en Bahía Drake, donde el único proveedor de servicio de internet es la empresa Kolbi, ofreciendo como máximo una conexión de 6 megabits de internet, con esta limitación debe buscarse la mejor forma de optimizar los recursos informáticos en la implementación de la telemedicina.

6.8 Evaluación de los Dispositivos

Para este proyecto se toman en consideración una amplia gama de fabricantes y modelos de puntos de acceso y conmutadores (*switch*) para el diseño de la red WiFi Mesh, los cuales son especificados a continuación, buscando equipos que ayuden a mantener una excelente calidad de la señal en el centro de salud, además que sea escalable, configurable, y compatible con las últimas tecnologías del mercado.

Cuadro 5 Estudio de Mercado

Fabricante	Modelo	Especificaciones	Rango Precios
EnGenius	ECW230S Security Access Point	MU-MIMO 2x2. Wi-Fi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax. Manejo web con modos AP y Mesh. PoE Frecuencia 2.4, 5GHz. Calidad de Servicio Seguridad AirGuard	\$550 - \$750
EnGenius	Punto de acceso ECW230	MU-MIMO 4x4. Wi-Fi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax. Manejo web con modos AP y Mesh. PoE Frecuencia 2.4 y 5GHz. Calidad de Servicio	\$450 - \$650
EnGenius	EWS1200-28TFP Swith PoE	24 Puertos con soporte Nube y local Puertos "PoE"	\$399 - \$595
EnGenius	ECS1112FT Network Switch	Switch 8 puertos PoE Manejo desde la nube Calidad de Servicio	\$250 - \$350
Aruba Networks	AP 650 Series	TriRadio 2.5, 5 y 6GHz. 4x4 MU-MIMO. 802.110b/a/g/n/ac PoE	\$600 - \$950
Cisco	AP 240AC	MU-MIMO 4x4. 802.11ac Frecuencia 2.4 y 5 GHz	\$235 - \$350
Unify	Unify AC Mesh Pro	3x3 MIMO. Frecuencia 2.4 y 5GHz 802.11 a/b/g/n/r/k/v/ac PoE	\$199 - \$250
Cisco-Lynksys	WRT54GS	802.11 b/g. Frecuencia 2.5GHz	\$45 - \$60

Nota: elaboración propia (2022).

6.9 Propuesta

De acuerdo con la evaluación de los dispositivos mencionados, se selecciona la marca EnGenius y su dispositivo ECW230S Security Access Point, el cual es recomendado para la industria financiera y médica, ya que viene integrado con un sistema de seguridad en línea "AirGuard" el cual elimina cualquier intruso o amenaza 24/7.

Estos equipos además cuentan con una excelente calidad de la señal, configuración de calidad de servicio, manejo remoto y sistema inteligente para conexiones WiFi Mesh, que brinda una gran estabilidad y ventaja al momento del desarrollo de la red y protege también de cualquier ataque cibernético, algo sumamente importante, ya que como se mencionó, la institución ha sido víctima de ataques y siempre se requiere resguardar los datos de los pacientes que utilizan el sistema de salud nacional.

Además, se selecciona un modelo de conmutador de la misma marca ECS1112FT, el cual va a proveer la energía para los puntos de acceso a través de los cables de red con la tecnología PoE (Power Over Ethernet).

Por medio de la herramienta GCloud, se permite un fácil manejo y administración de la red desde cualquier lugar del país, razón por la que, aunque el EBASIS se encuentre en un lugar de difícil acceso, los administradores de la red y sistemas pueden acceder fácilmente y trabajar en cualquier problema de manera fácil, remota y segura.

Desde la herramienta se puede configurar algo que es sumamente importante, la calidad de servicio, tanto en el conmutador como en los puntos de acceso, lo que sirve para asegurar que la velocidad de internet, que es algo limitada, funcione de la manera más eficiente, dándole prioridad a los dispositivos asignados para el uso de consultas de telemedicina y así brindar un servicio de calidad a los pacientes y médicos que requieran hacer las consultas en tiempo real con los expertos en otras partes del mundo.

Gcloud, también brinda de manera inteligente los medios para seguir en tiempo real el estado de las conexiones dentro del edificio.

Figura 8. Diagrama de red

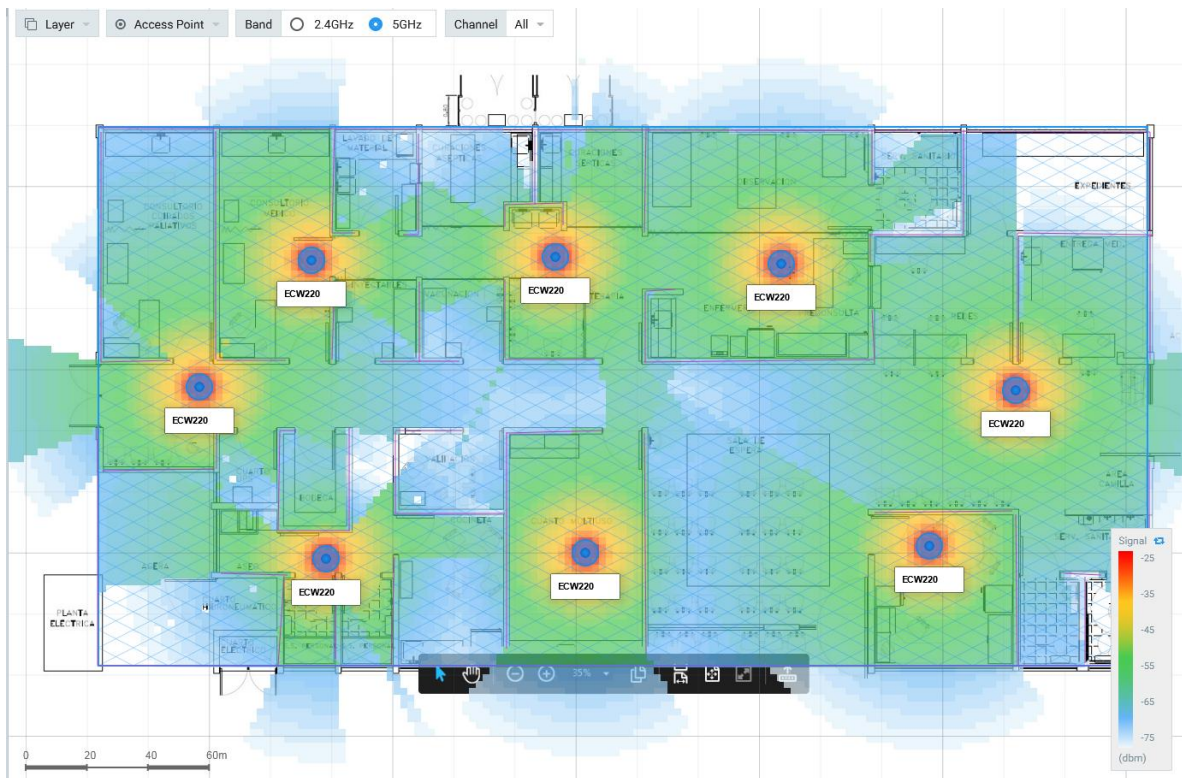


Fuente: Diagrama de la red, Herramienta GCloud. (Demo) <https://cloud.engenius.ai/>

Distribución de los Equipos y Mapa de Calor

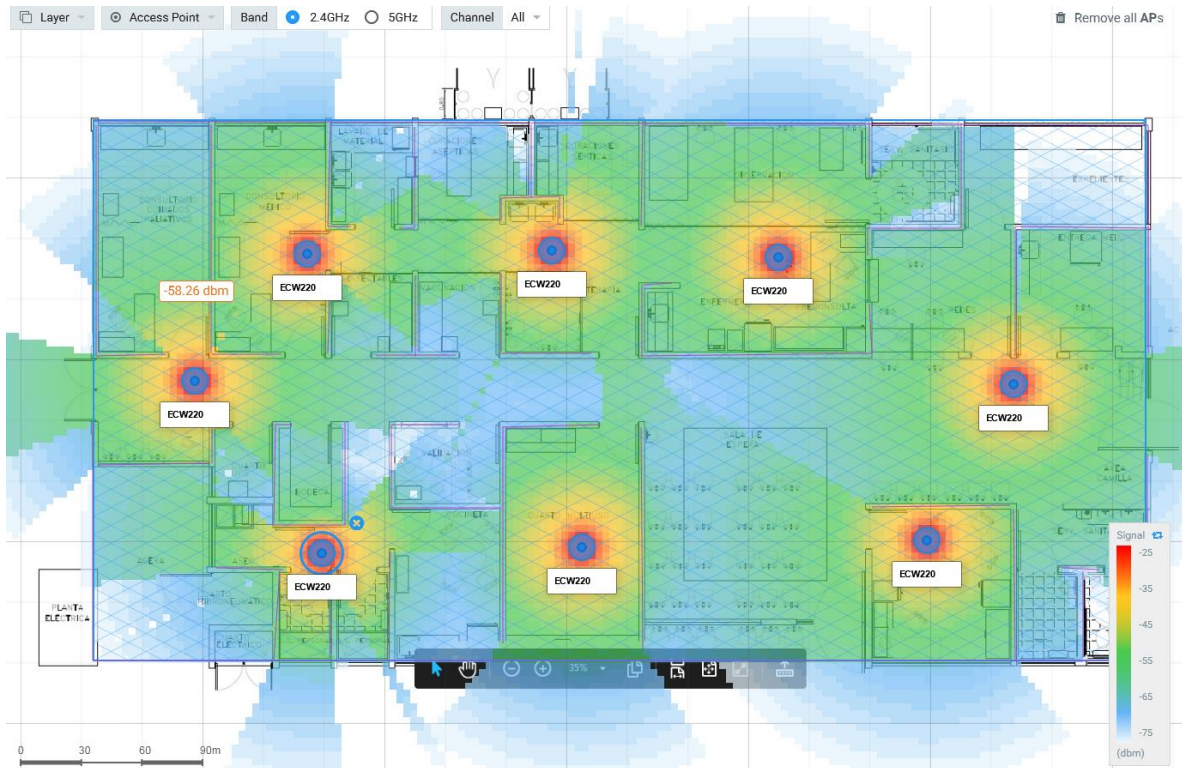
Una vez seleccionados los equipos a utilizar, lo siguiente es entender la distribución de los dispositivos de manera física en el EBAIS, intentando encontrar el modo más eficiente, donde pueda abarcarse la mayor cantidad de espacio en todo el edificio. Para esto se utiliza el software GCloud, con su herramienta de creación de mapas, que muestra la distribución de calor y el alcance de señal de los puntos de acceso en sus frecuencias tanto 2.4 como 5 GHz. Con este estudio se puede determinar la cantidad de puntos de acceso requeridos para cubrir las necesidades del centro de salud.

Figura 9. Mapa de calor banda 5Ghz



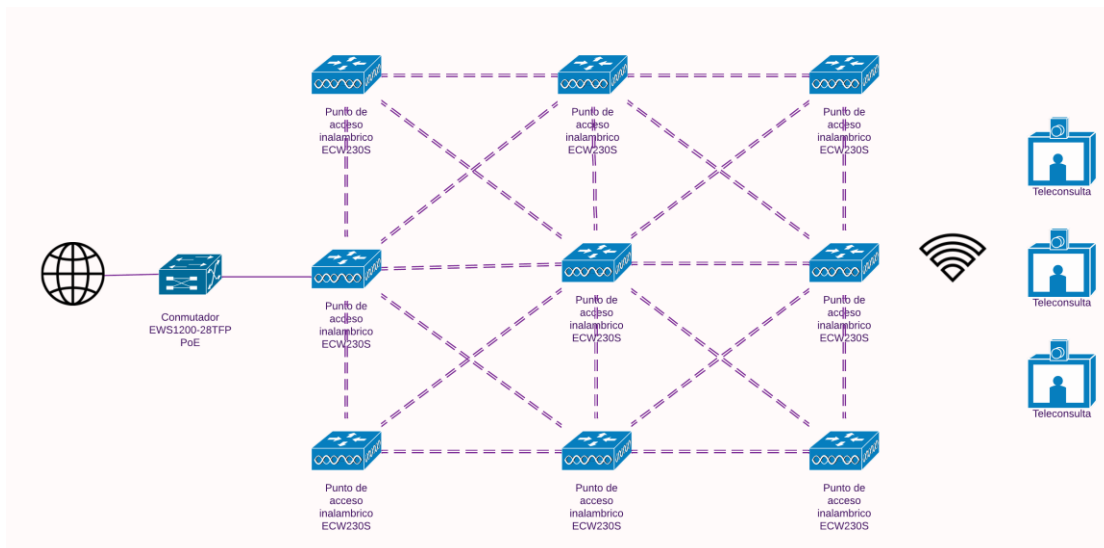
Nota: elaboración propia

Figura 10. Mapa de calor banda 2.4Ghz



Nota: elaboración propia

Figura 11. Diagrama lógico de red



Nota: elaboración propia

El diseño de la red propuesta para esta solución consiste en 8 puntos de acceso inalámbricos de la marca Engenius, modelos ECS230S, interconectados entre sí, con su sistema propio de malla, optimizando en calidad de servicio para dar prioridad, gracias a la calidad de servicio (QoS) en el video llamadas en dispositivos específicos para tele consulta.

Todos estos equipos se encuentran conectados a un conmutador quien es el encargado de dar energía PoE (Power Over Ethernet) a los puntos de acceso inalámbricos. Esta propuesta de red garantiza un balanceo de carga, optimización de la red, seguridad informática, redundancia y mejores rutas de navegación.

Presupuesto

Básicamente los presupuestos son de diverso tipo, técnicos y de recursos humanos, donde se parte del hecho de que se aprobará la propuesta para el diseño de la red WiFi Mesh, se tendría que apartar esta suma dentro de una partida destinada a este fin.

Cuadro 6. Tabla de Presupuesto

Actividad	Monto en colones
Equipos	
Personal: un ingeniero y dos técnicos, para instalar los equipos en los lugares necesarios de acuerdo a los mapas de calar.	Ingeniero: 700 0000 colones Técnicos: 400 000 colones cada uno Total 1 100 000 colones
Equipo EnGenius y su dispositivo ECW230S Security Access Point	300 000 colones
8 puntos de acceso inalámbricos de la marca Engenius, modelos ECS230S, interconectados entre sí, con su sistema propio de malla.	400 000 colones
Labores de adaptación de infraestructura (carpintería) para	300 000 colones

montar los equipos en los lugares adecuados	
Cableado y otros dispositivos de conexión	120 000 colones
Gran total	2 220 000 colones

Nota: elaboración propia (2022).

Cronograma de actividades

Se parte de que se aprueba el presupuesto, y que se tiene que visitar el Área de Salud de Osa para conversar con el personal, instalar los equipos y probarlos.

Cuadro 7.
Diagrama de Gantt

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
Conversación con las personas del Área de Salud de Osa para coordinar las actividades	X			
Visitar las áreas donde se instalarán los equipos		X	X	
Prueba de los equipos			X	
Charla de información con el personal médico				X

Nota: elaboración propia (2022).

Matriz de responsables

Como se ha indicado, los responsables serían un ingeniero y dos técnicos que se destinen para esta labor, producto de la contratación por parte de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).

Cuadro 8
Matriz de responsables

Tarea	Colaborador 1 (Ingeniero)	Colaborador 2 (Técnico 1)	Colaborador 3 (Técnico 2)
Hablar con las autoridades del Área de Salud.	X		
Buscar los puntos de instalación.	X		
Proceder a la instalación de los equipos.	X	X	X
Hacer el cableado.		X	X
Verificar cableado y equipos.		X	X
Hacer las pruebas.		X	X
Valorar las pruebas.	X		
Realizar la labor de información al Área de Salud.	X		

Nota: elaboración propia (2022).

Etapas del Proyecto

Se ha expresado que la viabilidad del proyecto y la forma en que debe hacerse ya está definida, entonces la etapa de análisis de viabilidad ya se ha realizado. Con respecto a la de planificación y ejecución es la que se da al definir responsables, cronograma y etapas, es decir, está hecha.

Entonces faltan las etapas de seguimiento y cierre que se expresan a continuación.

Cuadro 9
Etapas de seguimiento y cierre

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
Seguimiento un mes después	X			
Correcciones si son necesarias		X	X	
Informe final con el respectivo aval firmado por el ingeniero en sistemas				

Nota: elaboración propia (2022).

Supervisión

En realidad, al ser un equipo de tres personas, la supervisión se centra en la labor de control y evaluación de los dos técnicos que están a cargo, los que deben realizar las funciones asignadas en la matriz de responsables. Al final de la instalación es el mismo ingeniero quien valorará si existen deficiencias que deben ser reportadas.

Informes

Los informes se refieren a los documentos que deben ser remitidos a las autoridades de la CCSS, y que básicamente son:

Informe de la instalación de los equipos: que contemplan las actividades realizadas, el tiempo que cada una llevó, los tipos de pruebas y los contratiempos. Además, si existieron gastos extra por los que quedase algo pendiente.

Informe de la labor informativa a los trabajadores del Área de Salud de Osa: Es decir la información sobre cómo se deben utilizar los equipos para que puedan ser usados en los servicios elegidos (como conversaciones con colegas en procedimientos, o examen de radiografías).

Informe de seguimiento: 15 días después se debe verificar que el proyecto cumple. Esto se resume en funcionamiento de los equipos, la forma en que se está utilizando en la atención, y detalle de los aspectos que se cree, se deben mejorar.

Informe del cierre: incluye brindar un dictamen afirmativo o negativo de que todo el proyecto cumple. En caso de resultados negativos se indicarán las razones.

Puesta en marcha

Como en este proyecto ya se ha definido la planificación y las actividades, la puesta en marcha esta dada por la conformación del equipo de trabajo, y que en este caso el ingeniero habla con los técnicos para decirle la labor que tiene que realizar. Posteriormente, tiene que ponerse en contacto con las autoridades de Osa para visitar e iniciar la instalación de los equipos.

Bibliografía

- Anguís, J. (2008). *Redes de área local inalámbrica: Diseño de la WLAN de Wheelers Lane Technology College*. (Proyecto de graduación por Ingeniería en Telecomunicaciones). Universidad de Sevilla. https://docshare.tips/disentildeo-de-la-wlan-de-wheelers-lane-technology-college_587f2493b6d87fbfa28b5991.html
- Arboleda, W. (2013). El cuidado de la salud, la telemedicina y la telesalud. *Revista de Estudios e Investigaciones*. Año 6, n.11. <http://repository.unac.edu.co/bitstream/handle/11254/697/EI%20cuidado%20de%20la%20salud%2C%20la%20telemedicina%20y%20la%20telesalud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayón (2020). Beneficios de implementar una red con tecnología Mesh en las redes inalámbricas Universitarias: Caso de estudio Universidad Estatal del Sur de Manabí. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* Vol. 13, No. 11, Mes Noviembre, 2020. Universidad Estatal del sur de Manabí, Ecuador.
- Bautista, E. y Valencia, E. (2022). *Proyecto de investigación para el diseño e implementación de redes MESH como opción de conectividad a internet en entornos rurales*. (Proyecto de graduación en Telecomunicaciones). Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33337/2022edgarbautista.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BigHardware. (2022). *Tecnología inalámbrica, definición, historia y ejemplos*. <https://bighardware.es/tecnologia-inalambrica-definicion-ejemplos/>
- Cabrera, M. y Tarrés, F. (2017). *Multiplexación por división en frecuencias ortogonales (OFDM)*. Universidad Oberta de Catalunya. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/63345/2/Teor%C3%A>

[Da%20de%20la%20codificaci%C3%B3n%20y%20modulaciones%20avanzadas M%C3%B3dulo%205 Multiplexaci%C3%B3n%20por%20divisi%C3%B3n%20en%20frecuencias%20ortogonales%28OFDM%29.pdf](#)

Castillo, J. (2020). *WLAN: qué es, definición, estándar 802.11 y diferencias con LAN*. <https://www.profesionalreview.com/2020/03/07/wlan-que-es/>

Colegio Médico de Chile. (Agosto de 2020). *El impacto de covid19 en el sistema de salud y propuestas para la reactivación*. Chile: Colegio Médico de Chile. <https://www.colegiomedico.cl/wp-content/uploads/2020/08/reactivacion-sanitaria.pdf>

Costarica.org (2022). *Bahía Drake – Puerta de entrada a la Península de Osa!* <https://costarica.org/es/playas/pacifico-sur/bahia-drake/>

Cortés, T. (2016). *Modelo de atención a distancia*. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. México. <https://cenetec-difusion.com/observatorio-telesalud/wp-content/uploads/2018/04/Mod-gral-AMD-mar2017-final.pdf>

Delgado, C. (2015). *Redes inalámbricas*. <https://sites.google.com/site/redesinalambricas3/tipos-de-redes-inalambricas/bluetooth>

Dell Technologies. (2022). *Terminología y explicaciones inalámbricas de IEEE 802.11*. <https://www.dell.com/support/kbdoc/es-cr/000150398/terminolog%C3%ada-y-explicaciones-de-ieee-802-11-wireless>

Deloitte. (2018). *Top 10 de innovaciones para el cuidado de la salud*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-top-10-health-care-innovation-spanish.pdf>

Díaz, C. (2019). Salud electrónica (e-Salud): un marco conceptual de implementación en servicios de salud. *Gac Med Mex*. 155:176-183. <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2019/gm192j.pdf>

- Digital Guide IOS. (2018). *CSMA/CA: definición y mecánica del protocolo*. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/csmaca-protocolo-de-acceso-al-medio-para-redes-inalambricas/>
- Electronics notes. (2017). *IEEE 802.11a Wi-Fi Standard*. <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/wifi-ieee-802-11/802-11a.php>
- Enfermería Digital. (2022). *Ventajas y desventajas de las Tic en la salud*. <https://las-tic-en-salud.webnode.es/products/ventajas-y-desventajas-de-las-tic-en-la-salud/>
- Equipo Editorial, Etecé (2022) *Preguntas abiertas y cerradas*. <https://concepto.de/preguntas-abiertas-y-cerradas/>
- Gangi, N. (2019). *Implementación de redes mesh para IoT*. (Tesis de grado por Licenciatura en Ingeniería Eléctrica). Universidad Católica de Córdoba. http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2813/1/TF_Gangi.pdf
- García, A. (2018). El WiFi cambia de nombre: 802.11ac ahora es Wi-Fi 5, y 802.11ax es WiFi-6. *ADSL Zone*. <https://web.archive.org/web/20181004091310/https://www.adslzone.net/2018/10/03/wifi-6-nuevos-nombres/#>
- García, R. (2022). *¿Qué es WiFi Mesh? La solución para tener conexión en toda tu casa*. <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/que-es-wifi-mesh/>
- Garay, C. (2020). *Metodología de la investigación cuantitativa*. <https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020-07/3%20M%C3%B3dulo%20%20%20EVIN%20300.pdf>
- Gerencia Médica, Caja Costarricense del Seguro Social (2013). *Inventario de Áreas de Salud, Sectores, EBAIS, Sedes de Área, Sedes de EBAIS y puestos de Visita Periódica en el Ámbito Nacional al 31 de Diciembre del 2012*.

Go Visit Costa Rica. (2022), Go Visit Costa Rica. *Drake Bay, Puntarenas Sur*, <https://www.govisitcostarica.co.cr/region/city.asp?cID=349>

Guelmes, E. y Nieto, L. (Enero-abril, 2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Rev. Universidad y Sociedad* 7 (1) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000100004#:~:text=Luego%20de%20declarar%20las%20bondades,un%20planteamiento%2C%20y%20justifica%20la

Hernández, J., Cruz, E., Cadena, E., y Montero, J. (2020). Propuesta de diseño e implementación de una red para proporcionar servicio de internet inalámbrico con garantía de QOS en habitaciones de un hotel. México: Tecnológico Nacional de México. *Programación Matemática y Software (2022)* 13 (1): 31-38. ISSN: 2007-3283. <http://www.progmat.uaem.mx:8080/Vol13num1/vol13num1art4.pdf>

Hernández S., (2014) *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición). México: Mc GRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Instituto de Desarrollo Rural. (INDER). (2022). *Caracterización del Territorio Península de Osa*. San José: INDER. <https://www.inder.go.cr/peninsula-de-osa/Caracterizacion-territorio-Peninsula-Osa.pdf>

Jiménez, J. (2022). *WMAN y WWAN: qué son estos tipos de redes y en qué se diferencian*. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/wman-wwan-diferencias-usos-redes-inalambricas/>

Jurado, R.; Castillo, C.; Vera, M. y Salgado, P. (2022). Red MESH como modelo alternativo de conectividad en instituciones de educación superior, caso de estudio Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*. 3(2):125-135. <https://journals.sapienzaeditorial.com/index.php/SIJIS/article/download/314/189>

- Limón de la Rosa, S. (2017). *Diseño de una red MESH de UAVs para proporcionar servicios de comunicaciones*. (Trabajo de fin de grado por Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación). Universidad de Sevilla. España. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/66521/TFG_Santiago%20Lim%F3n%20de%20la%20Rosa.pdf;jsessionid=95D986D8E6754185EF60644A49A2432B?sequence=1
- Línero, R.; Camargo, L. y Medina, B. (2015). Análisis del rendimiento de redes basadas en el estándar IEEE 802.15.4. *Rev.UIS.Ingenierías*. 14(1): 71-79. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/71-79/9357>
- Llordachs, F. (2020). *¿Qué es la telemedicina?* ClinicCloud. <https://cliniccloud.com/blog/que-es-telemedicina-definicion-tipos/>
- López, F. (2019). *El estándar IEEE 802.11 Wireless LAN*. <https://www.dit.upm.es/~david/tar/trabajos2002/08-802.11-Francisco-Lopez-Ortiz-res.pdf>
- Mata, L. (2019). *El enfoque cuantitativo de investigación*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/#:~:text=Metodol%C3%B3gicamente%2C%20el%20enfoque%20cuantitativo%20de,de%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos%20estad%C3%ADsticos.>
- Mata, L. (2019). *El enfoque de investigación: la naturaleza del estudio*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-de-investigacion-la-naturaleza-del-estudio/#:~:text=Cuando%20hablamos%20de%20enfoque%20de,el%20desarrallo%20de%20la%20perspectiva>
- Mata, L. (2019). *El enfoque cualitativo de investigación*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>

MayoClinic. (2020). *Telesalud: cuando la tecnología se une al cuidado de la salud*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/consumer-health/in-depth/telehealth/art-20044878>

Muñoz, J. (2017). *Planificación y administración de redes*. <https://planificacionadministracionredes.readthedocs.io/es/latest/Tema03/Teoria.html>

Núñez C., Cardona, J. y Lozano, C. (2011). Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina. *Ingeniería y Desarrollo* 25. https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Diagrama-de-una-red-Mesh-35_fig4_277857328

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Países de las Américas aprovechan los beneficios de la salud electrónica, pero persisten desafíos*. Washington: Estados Unidos. https://www3.paho.org/ict4health/index.php?option=com_content&view=article&id=9719:americas-benefit-from-ehealth-but-challenges-persist&Itemid=204&lang=es

Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Marco de implementación de un servicio de Telemedicina*. Washington: DC. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28413/9789275319031_spa.pdf?sequence=6

Penalva, J. (2022). *Redes WiFi Mesh: qué son, cómo funcionan y por qué pueden mejorar tu red WiFi en casa*. Xataka. México. <https://www.xataka.com/especiales/redes-wifi-mesh-que-son-como-funcionan-y-por-que-pueden-mejorar-tu-red-wifi-en-casa>

Pérez, D. (2019). *Evaluación del desarrollo de una consulta médica virtual en un servicio de neurología: eficiencia, seguridad y satisfacción de un modelo de consulta de visita única y evaluación virtual de resultados*. (Tesis de grado de

Doctor). Universidad Complutense de Madrid. España.
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/57782/1/T41446.pdf>

Pérez, J. y Gardey, A. (2022) *Definición de Contexto*. <https://definicion.de/contexto/>

Pipa, J. (2019). *REDES INALÁMBRICAS. Introducción a las redes inalámbricas, ventajas y desventajas de las WIFI, estándares inalámbricos, hardware inalámbrico, diseño de una Red Inalámbrica, instalación de una red Inalámbrica, configuración de Red Inalámbrica, software para redes inalámbricas, aplicaciones*. (Monografía para optar por Licenciatura en Educación Especialidad Informática). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima: Perú.
<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/5004/Redes%20inal%C3%A1mbricas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Radicelli, C. y Cardona, N. (2016). Parámetros configurables de capa física y MAC de un nuevo estándar de TDT con canal de retorno inalámbrico para proporcionar conectividad a internet en zonas rurales de Latinoamérica. *Dyna*. 83(198): 16-25. <https://www.redalyc.org/journal/496/49647009002/html/>

Ruiz, M. y Vargas, J. (2008). Fuentes de Información Primarias, Secundarias y Terciarias. <https://ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf>

Salazar, J. (2017). Redes inalámbricas. *Techpedia*.
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

Simón, J, Osuna P., Seoane, J., y Martínez, A. (2009). *Router solar autoconfigurable para redes Mesh IEEE 802.11 de telemedicina rural en América Latina*. Fundación Rafael Escolá.
<https://burjcdigital.urjc.es/bitstream/handle/10115/2353/Router%20solar%20autoconfigurable%20para%20redes%20Mesh%20IEEE%20802.11%20de%20tel%20medicina%20rural%20en%20Am%20rica%20Latina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Soto, S. (2022). *Ventajas y desventajas de implementar redes inalámbricas*. [Mensaje en un blog]. <https://rom-mayer.cl/redes-inalambricas-2/>
- Suárez, S. (25 de abril de 2022). *Vecinos de Bahía Drake estrenarán ebáis nuevo en mayo*. *Amprensa*. <https://amprensa.com/2022/04/vecinos-de-bahia-drake-estrenaran-EBAIS-nuevo-en-mayo/>
- Tapias, J. y Camacho, R. (2019). Caracterización de radioenlaces para interconectar el nuevo hospital de La Candelaria con sus puestos de salud en Purificación para el desarrollo de la telemedicina. *Cuaderno Activa*. 11:121-136 <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/579/737>
- Technopedia. (2016). What Does Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Mean? <https://www.techopedia.com/definition/14804/direct-sequence-spread-spectrum-dsss>
- Techopedia. (2022). *¿Qué es multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM)?* <https://es.theastrologypage.com/orthogonal-frequency-division-multiplexing>
- Universidad Internacional de Valencia. (2019). *¿Qué es eHealth?* Valencia: España. <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-ehealth>
- Universidad Tecnológica de Perú. (2015). *Redes inalámbricas*. [Mensaje en un blog]. <http://utp-redesinalambricas.blogspot.com/p/wman.html>
- Universidad Veracruzana (2020). Tipos de investigación. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
- Uriarte, J. (2020) Método deductivo <https://www.caracteristicas.co/metodo-deductivo/>. Consultado: 12 de junio del 2022.

Viloria, C., Cardona, J., y Lizano, C. (2009). Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina consideran que la telemedicina ayuda a la universalidad. *Ing. Desarro. no.25 Barranquilla Jan./June* 2009.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612009000100011

Zita, A. (2022). *Métodos de investigación*. <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>

Apéndice

Apéndice 1. Fotografías del EBAIS de Bahía Drake

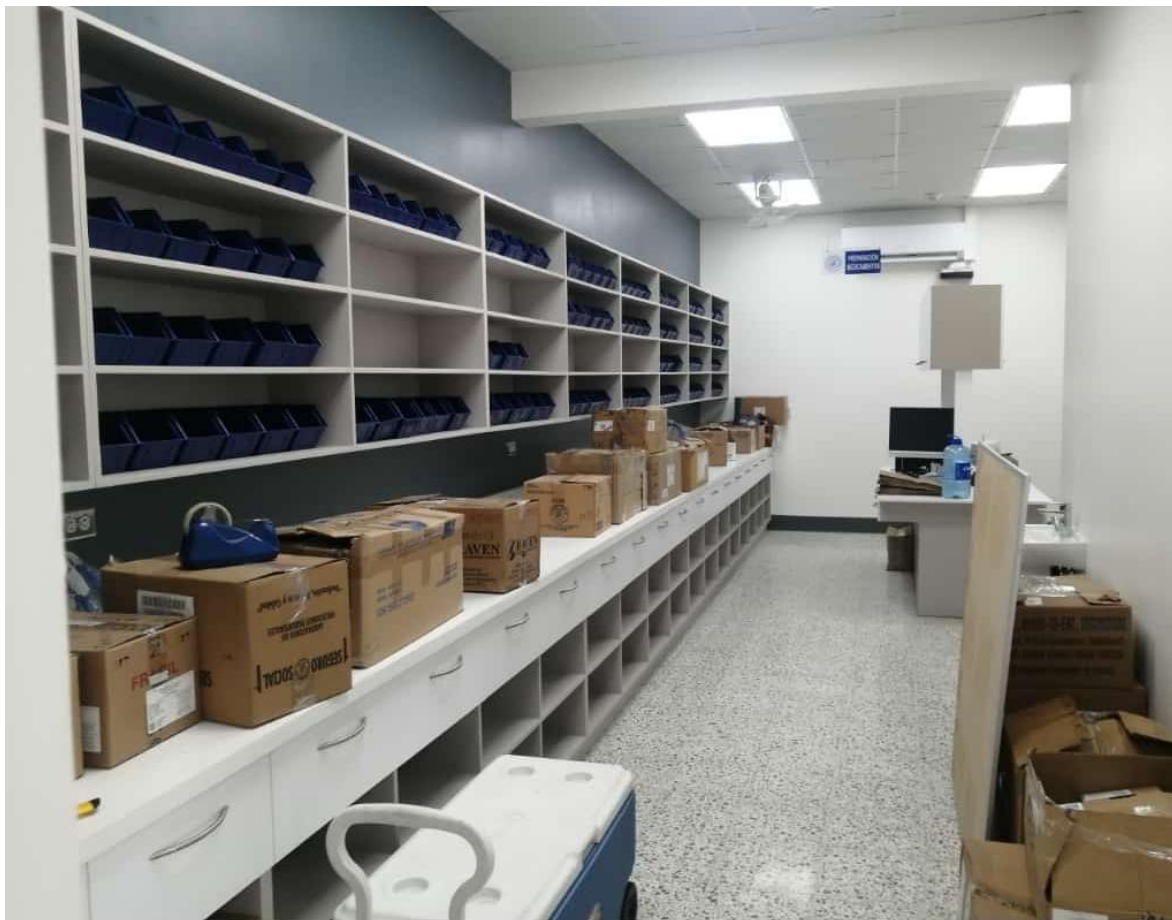
Fotografía 1. EBAIS de Bahía Drake Vista externa de las instalaciones.



Fotografía 2. EBAIS de Bahía Drake Vista del interior de las instalaciones.



Fotografía 3. EBAIS de Bahía Drake. Zona para almacenamiento y distribución de medicamentos



Fotografía 4. EBAIS de Bahía Drake. Ventanilla del Servicio de Farmacia.



Apéndice 2: Entrevista a expertos

Buenas tardes (días, noches), mi nombre es Aaron Sanabria Sanabria, y estoy elaborando el trabajo final de graduación titulado “Diseño de una red WiFi Mesh (Malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022” como parte de los requisitos para la Maestría Profesional en Redes y Telemática. Con tal finalidad le agradezco contestar las siguientes preguntas.

Objetivo 1

- 1 ¿Cuáles son los beneficios con el uso de la red Wifi Mesh? Comente
- 2 ¿Cuáles son las ventajas de usar la red WiFi Mesh en los centros de asistencia remotos o móviles? Comente 2 ventajas
- 3 ¿Qué tanto se usa esta tecnología en el caso de la telemedicina en Costa Rica?

Objetivo 2

- 4 ¿Cuáles son los requisitos para implementar esta tecnología?
- 5 ¿Qué tipo de equipo se precisa para implementar esta tecnología? Mencione 2.
- 6 ¿Qué experiencias existen de uso de la tecnología red WWiFi Mesh por parte del Estado?

Objetivo 3

7. ¿Qué costos implica el uso de dicha tecnología?
8. ¿Existe una factibilidad económica para cubrir la necesidad de una red WWiFi Mesh?

Objetivo 4 y 5

9. ¿Cómo se deben conectar los centros de asistencia remotos o móviles?
10. ¿Cómo se deben realizar las pruebas de la red WWiFi Mesh?
11. ¿Cuáles son los parámetros de cumplimiento?
12. ¿Qué problemas se pueden presentar con la tecnología descrita?

Anexo 3: Entrevista a personal médico y de enfermería

Buenas tardes (días, noches), mi nombre es Aaron Sanabria Sanabria, y estoy elaborando el trabajo final de graduación titulado “Diseño de una red WWiFi Mesh (Malladas) para el uso en telemedicina con el fin de mejorar la atención que brindan los médicos del sector de Bahía Drake, en el Área de Salud de Osa, en el año 2022” como parte de los requisitos para la Maestría Profesional en Redes y Telemática. Con tal finalidad le agradezco contestar las siguientes preguntas.

Objetivo 1

1. ¿Qué beneficios tendría la telemedicina en su labor y la de sus compañeros?
2. ¿Qué características debería tener este servicio de telemedicina?

Objetivo 2

3. ¿Cuál es el personal y organización que poseen para la atención de los usuarios?
4. ¿Qué necesidad de comunicación tienen con otros niveles de atención con exámenes, consulta a especialistas, y otro tipo de información?
5. ¿Cómo hacen para hacer frente a las necesidades dichas? Mencione sus niveles de satisfacción.

Objetivo 3

6. ¿Qué costo tienen los servicios usados por los médicos y enfermeras en telemedicina?

Objetivo 4 y 5

7. ¿Qué características técnicas debería tener este servicio de telemedicina?
8. ¿Qué condiciones técnicas debería ofrecer el servicio de telemedicina?
9. ¿Considera útil la implementación de pruebas para mejoras en la telemedicina?