

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE SERVICIOS DE  
TELESALUD Y TELEMEDICINA RURAL PARA EL  
DESPLIEGUE EN LA RED RIO SANTIAGO EN  
CONDORCANQUI, AMAZONAS**

**Tesis para obtener el título de Ingeniero Biomédico**

**AUTOR:**

**José Sebastián Ibarra Arregui**

**ASESOR:**

**Pastor David Chávez Muñoz**

Lima, Julio, 2023

Informe de Similitud

Yo, .....PASTOR DAVID CHÁVEZ MUÑOZ.....,

docente de la Facultad de .....CIENCIAS E INGENIERÍA..... de la Pontificia

Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE SERVICIOS DE TELESALUD Y TELEMEDICINA RURAL PARA EL DESPLIEGUE EN LA RED RIO SANTIAGO EN CONDORCANQUI , AMAZONAS,

del autor JOSÉ SEBASTIÁN IBARRA ARREGUI,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **21%**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **07/08/2023**.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: ...San Miguel, 07 de agosto de 2023.....

Apellidos y nombres del asesor: <b>CHÁVEZ MUÑOZ, PASTOR DAVID</b>	
DNI: <b>25541418</b>	Firma
ORCID: <b>0000-0001-7012-2167</b>	

08( aa[ /ãã aã( ^) c^Á  
 ] [ +Ua d + /Oããã /O c^: Á  
 T^ fi[ :  
 ÖP k& MJæ d ; /Oããã Á  
 Ô @ ç^: Á^ fi[ : Á } MJæ d ;  
 Ôããã /O ç^: Á^ fi[ : Á  
 & MJÖÁ^: ^ MJÖÁ^: Á  
 [ MJ ] çããã W ç^: ^ããã Á  
 Ôããã /Oããã /Á^: gÁ  
 [ ^ MJWÖÜÉ ] [ E^ Á  
 Q^ ^) a; /Oãã  
 ^M&&@ç^: O ] ^ & E^ a^ E^ ^  
 T [ çã [ KÜ ] ^ Á /ãã d ; /ã^ Á  
 ^• ç^ã [ & { ^) d  
 Vããããã ) K  
 Ø^ & @ãããã Eã Eã Á  
 FGFI Eã KEE

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en el diseño de un sistema de atención en telesalud y telemedicina rural, basado en protocolos de atención a zonas rurales en la provincia de Condorcanqui y en 5 localidades de la cuenca del río Santiago, mediante servicios de telemedicina como telemonitoreo, teleorientación, teleinterconsulta y teleapoyo al diagnóstico mediante teledermatología y tele-ecografía.

Parte de los objetivos implica desarrollar un esquema de requisitos, de procedimientos, protocolos para el buen funcionamiento y la implementación desde el trabajo en campo para la instalación y conexión de los servidores con los clientes respectivos.

El primer capítulo detalla la problemática, los antecedentes sociales y tecnológicos de este proyecto, los objetivos planteados en este trabajo y la justificación del proyecto.

El segundo capítulo se puntualiza el estado del arte junto a las características de los servicios de telemedicina rural y el impacto del proyecto junto con la metodología a emplear para la resolución.

Posteriormente se crea el diseño a base de criterios técnicos, requerimientos operacionales y finalmente el planteamiento del diseño final.

Una vez realizado, se emplea el diseño de los servicios de telemedicina basado en las características, mencionando la arquitectura y funcionamiento de la red y finalmente la base legal para el diseño, obteniendo tres protocolos y flujos de atención en telemedicina rural. De la misma manera se realiza el protocolo correspondiente a teleayuda al diagnóstico mediante teledermatología y tele-ecografía

Los resultados se muestran con las pruebas hechas en campo, configurando las conexiones y establecimientos de clientes y logrando la conexión con el servidor torre de cada establecimiento de salud, junto con el acuerdo de aceptación del Hospital I Santa María de Nieva.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y trabajos a futuro de este proyecto que permita mejorar y acabar el trabajo general, finalizando con la bibliografía y anexos.

## AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mi familia: mi padre Ronald, quien es el mejor ejemplo que tengo de resiliencia, superación y determinación; y a mis queridos hermanos: Karla, Ronald y Daniella por apoyarme y soportarme durante todos los procesos de mi vida incluyendo esta etapa universitaria final. A mi madre, el lucero que llevo en mi corazón desde que nos dejó hace 12 años físicamente, cada paso y logro que doy en mi vida es pensando en ti.

Agradezco a Darwin Auccapuri, Yuri Pacheco, Juan Paco, River Quispe, Cesar Córdova y el resto del equipo del Grupo de Telecomunicaciones Rurales GTR-PUCP por desarrollar y dar todo de ellos en este complejo y hermoso proyecto junto con varios más.

A Nacho y Victor, mis colegas contemporáneos de Madrid dentro del proyecto, por su amistad, apoyo en el trabajo en campo y vivir conmigo estas experiencias inolvidables en la cuenca del Amazonas.

A mis amigos de universidad y la carrera, por todas las experiencias y aprendizajes que pasamos estos años de universidad hasta en los últimos días, y por su apoyo incondicional. Al equipo de Judo PUCP por el apoyo y madurez que me dieron con la amistad y disciplina de cada momento. A mi colega de trabajo Danna, por apoyarme sin dudarle en el trabajo mientras tenía que acabar este proyecto de tesis.

Finalmente, agradezco de manera especial a mi asesor de tesis, David Chavez, por introducirme a la GTR-PUCP y ayudarme a definir mi camino de carrera enfocado en la telemedicina y salud digital; al igual que a mi asesor de este proyecto, a Leopoldo Liñán Benites, por ayudarme a acabar, desarrollar y lograr grandes cosas con esta tesis, todo esto es gracias a ustedes. Así también agradecer a todas las personas, miembros de la comunidad Awajun y Wampis, trabajadores, personal de salud y colaboradores que conocí en el viaje al Amazonas y me dieron una perspectiva diferente de cómo se puede dar solución a los problemas de salud, y cómo las personas a pesar de las carencias y problemas siguen siempre hacia adelante tratando de superarse.



*DEDICADO A MI MADRE, QUIÉN DEJÓ ESTE MUNDO CON LA ESPERANZA QUE SUS HIJOS GOZEN DE MEJOR SALUD QUE ELLA, Y A LAS COMUNIDADES NATIVAS QUE NO TIENEN ACCESO A LOS MISMOS SERVICIOS DE SALUD QUE NOSOTROS, PERO SIGUEN HACIA ADELANTE.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
I. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES .....	2
1.1 PROBLEMÁTICA .....	2
1.1.1 Situación dentro del Amazonas .....	2
1.1.2 La prestación de Servicios de Telesalud en el Perú.....	5
1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	6
1.2.1 Justificación y Pertinencia del Proyecto .....	6
1.2.2 Objetivos Generales y Específicos.....	10
1.3 Alcances y Resultados Esperados .....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	15
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO.....	17
2.2.1 Elementos del servicio de Telesalud.....	17
2.2.2 Características de los Servicios de Telemedicina .....	17
2.3 IMPACTO DEL PROYECTO.....	19
2.3.1 Impacto previsible del Proyecto.....	20
2.3.2 Innovación y desarrollo local.....	21
2.4 METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	22
III. CRITERIOS TÉCNICOS, REQUERIMIENTOS OPERACIONALES Y PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO DE SERVICIOS .....	24
3.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA RURAL .....	24
3.2 CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DESARROLLADOS PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS DE TELESALUD. 25	
3.3 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO .....	27
3.4 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DEL DISEÑO.....	29
3.5 ARQUITECTURA GENERAL Y PLANTEAMIENTO DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED RIO SANTIAGO EN TELEMEDICINA... 34	
3.5.1 Servidores y Estaciones Cliente por cada localidad.....	37
3.5.2 Sistema de suministro de Energía y Protección Eléctrica .....	39

3.5.3 Sistema de conexión de red.....	41
IV.    DISEÑO DE LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA E INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	44
4.3 DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE ATENCIÓN COMO MODELOS DE GESTIÓN E INTEGRACIÓN DEL USO DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA RURAL.....	44
4.3.1 Base legal para diseño de protocolo .....	44
4.3.2 Marco estándar en telesalud y telemedicina .....	46
4.3.3 Diseño de protocolo de atención en Telemedicina.....	48
4.4 DISEÑO DE PROTOCOLO DE INTERVENCIONES TECNOLÓGICAS AL DIAGNÓSTICO CON ENFOQUE CLÍNICO .....	61
4.4.1 TELEAYUDA AL DIAGNÓSTICO PARA ENFERMEDADES Y SÍNTOMAS RELACIONADOS A LA PIEL: TELEDERMATOLOGÍA.....	61
4.4.2 TELEAYUDA AL DIAGNÓSTICO PARA ENFERMEDADES Y SÍNTOMAS RELACIONADOS A LA SALUD MATERNA Y CONTROL DE GESTANTES: TELE-ECOGRAFÍA .....	62
4.5 PRUEBAS PILOTO DE IMPLEMENTACIÓN EN CAMPO... ..	62
4.5.1 Implementación de estaciones cliente.....	62
4.5.2 Levantamiento y configuración de servidor en torre.....	63
4.5.2 Visita y Acuerdos con los establecimientos de salud.....	64
V.    ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	65
CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO.....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	74
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1: Planteamiento de Hipótesis a partir de objetivos.....	14
Tabla 2.1: Metodología del Trabajo.....	21
Tabla 3.1: Estimación de capacidad requerida para el Servicio Móvil por Localidad en zonas objetivo de Condorcanqui .....	24
Tabla 3.2: Ubicación de las torres de telecomunicación en las localidades objetivo. ....	24
Tabla 3.3. Características principales de los establecimientos de salud del proyecto .....	30
Tabla 3.4: Modelo MAST como marco global para la evaluación de telemedicina. Caso de telemedicina rural .....	32
Tabla 3.5: Resumen de datos de Rango IP, clientes y denominación por antena por cada localidad.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1: Mapa geográfico de la región del Amazonas y todas las comunidades y poblaciones respectivas dentro .....	3
Figura 1.2: Mapa geográfico del distrito Río Santiago, dentro de la provincia de Condorcanqui de la región del Amazonas; donde se señalan los establecimientos de salud presentes en el distrito y alrededores de la cuenca Río Santiago .....	5
Figura 1.3: Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible para la Agenda 2030 de la ONU .....	8
Figura 2.1: Diagrama de servicios de telesalud y telemedicina a prestarse en el proyecto.....	19
Figura 3.1: Estudio topográfico para la implementación de redes de telecomunicaciones en Condorcanqui, Amazonas.....	25
Figura 3.2: Esquema general del plan de telesalud rural en Condorcanqui, Amazonas. ....	28
Figura 3.3: Equipamiento del sistema Backhaul de telecomunicaciones de la red Río Santiago.....	34
Figura 3.4: Topología y arquitectura de Red General del sistema Backhaul de telecomunicaciones de la red Río Santiago.....	34
Figura 3.5: Esquema de red de telefonía VoIP para atención de telesalud y telemedicina en las zonas de atención de salud.....	35
Figura 3.6: Esquema de red WiFi para atención de telesalud y telemedicina en las localidades de atención de salud .....	36
Figura 3.7: Esquema general de Estación servidor – cliente para toda la zona objetivo del proyecto red Río Santiago. ....	37
Figura 3.8: Esquema general y diagrama de conexiones de Estación Cliente mediante las conexiones entre gabinetes .....	38
Figura 3.9: Esquema de sistema fotovoltaico para red WiFi para atención de telesalud y telemedicina en las zonas de atención de salud. ....	39

Figura 3.10: Esquema de sistema e infraestructura de estación por cada establecimiento de salud.....	40
Figura 3.11: Modelo de comunicación mediante transmisión de datos e información desde router a antena desde un establecimiento de salud a otro .....	42
Figura 4.1: Organigrama de la Red Salud Condorcanqui .....	45
Figura 4.2: Proceso estándar de atención médica en telemedicina .....	46
Figura 4.3: Flujo de atención en Teleinterconsulta rural .....	50
Figura 4.4: Flujo de atención en Telemonitoreo rural.....	54
Figura 4.5: Flujo de atención en Teleorientación rural .....	58
Figura 4.6: Proceso de implementación y conexión de estaciones cliente en a) Hospital I Santa María de Nieva y b) Red de Salud Condorcanqui - Nieva.....	61
Figura 4.7: Gabinetes de estaciones clientes finalizados en fase inicial: a) Teléfono para comunicación VoIP instalado. b) Cableado interno para consumo de energía por baterías, conexión a Access Point, ATA y baterías .....	62
Figura 4.8: Sistema de Torre de Telecomunicación con estación servidor incluyendo gabinetes, cerco de seguridad y paneles solares ubicado en Nieva.....	63
Figura 5.1: Gabinete y conexión interna de estación cliente completado.....	64
Figura 5.2: a) Gabinete de estación cliente completado junto con el teléfono VoIP. b) Conexión de teléfono VoIP ubicado hasta la sala de emergencias del HISMN .....	65
Figura 5.3: Configuración de conectividad PING mediante el servidor- torre de Nieva hacia la antena correspondiente al Hospital HISMN .....	66
Figura 5.4: Configuración de conectividad PING mediante el servidor- torre de Nieva hacia el cliente - antena correspondiente a la red de Salud Condorcanqui .....	66

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

TIC : Tecnologías de la Información y Comunicación  
IDH: Índice de Desarrollo Humano  
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
EHAS: Enlace Hispano-Americano de Salud  
IPRESS: Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud  
PING: Packet Internet Groper  
RNT: Red Nacional de Telemedicina  
RDSI: Red Digital de Servicios Integrados  
ISDN: Integrated Services Digital Network  
VHF: Very High Frequency (30-300 MHz)  
HF: High Frequency – Onda corta (3-30 MHz)  
Mbps: Megabits por segundo  
GHz: GigaHertz  
OSPF: Open Shortest Path First  
SIS: Seguro Integral de Salud  
Wi-Fi: Wireless Fidelity  
IP: Internet Protocol  
VoIP: Voice over IP  
SIP: Session initiation Protocol  
Mbps/kbps: Megabits por segundo / kilobits por segundo  
ATA: Analog telephony adapter / Adaptador de teléfono analógico  
HIS: Sistema de Información en Salud (Hospital Information System)  
FUA: Formato Único de Atención  
FUAT: Formato Único de Atención en Telemedicina  
HISMN: Hospital I Santa María de Nieva

## INTRODUCCIÓN

Las barreras de aislamiento de las múltiples comunidades asentadas en la región selva del Amazonas condicionan enormemente las condiciones de vida de su población, que alcanza en torno a 9.500 habitantes en las cinco localidades de intervención de la Cuenca del Río Santiago [CARRIÓN 2019]. La Red de Salud del río Santiago cuenta solo con un centro de salud con médico, mientras que los otros cuatro puestos de salud son atendidos por técnicos de salud con una formación básica en medicina [DE ALMEIDA, 2013].

El presente trabajo consiste en el fortalecimiento de las capacidades diagnósticas y de tratamiento para la atención pública de salud materno-infantil en la Cuenca del Río Santiago de la Amazonía Peruana en un momento de gran vulnerabilidad para la Atención Primaria debido a la coyuntura por el virus COVID-19. Se apoya en aplicaciones de Telemedicina para acercar los servicios de salud en donde no llegan o llegan de forma precaria y contribuir al acceso de la población a servicios de salud de calidad.

En este contexto, el proyecto dispone las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) al servicio de la salud para que las/los técnicos de salud rurales tomen mejores decisiones con el apoyo a distancia de especialistas que les asesoren, proporcionen una atención más segura y de mayor calidad a la población, especialmente a las mujeres y sus hijos e hijas, y éstas decidan sobre su propia salud teniendo mayor información a su alcance. De acuerdo con ello, esta propuesta pretende centrarse en un único resultado: El diseño de un Sistema de Telemedicina orientado a la promoción, prevención y atención de salud materno-infantil para su futura implementación en la región.

## **CAPÍTULO 1**

### **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

En el presente capítulo se expone una breve descripción del contexto respecto a los problemas dentro de la zona geográfica del Amazonas, específicamente la zona de Condorcanqui en la cuenca del Río Santiago. Adicionalmente se evalúa la perspectiva del país respecto a la evolución tecnológica dentro de la atención a salud. En el capítulo también se ilustra la pertinencia y justificación del proyecto, junto con los objetivos a la mano de los alcances y resultados esperados.

#### **1.1 PROBLEMÁTICA**

Se evalúa el contexto geográfico, cultural y sanitario de la región selva del Amazonas, en la cuenca del Río Santiago. Dentro del contexto también se identifican los avances que hubo respecto a Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) y se analiza el acceso al desarrollo del trabajo mediante la revisión de la normativa peruana para la prestación de servicios de telesalud en el Perú.

##### **1.1.1 Situación dentro del Amazonas**

Los países y urbes desarrollados, y en vías de desarrollo, como el Perú, han podido incorporar el uso, con ventajas y mejoras, el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación (TIC). Sin embargo, lo contrario a esto ocurre en el ámbito rural, no urbano, incluso semirural; donde precisamente los factores más visibles y el apoyo e iniciativa de parte de las empresas y entidades gubernamentales tienen sus expresiones mínimas. En contraste, es justamente en estos ámbitos donde las TIC pueden y deben hacer su contribución más significativa al desarrollo [EVANGELIO, 2004].

Dentro de los índices de Desarrollo Humano, Perú ocupa el puesto 79 de 188 países según su IDH [VILLANUEVA, 2019], considerándose de IDH Alto, y ha experimentado en los últimos años un considerable crecimiento económico, reduciendo la pobreza del 54,8% en 2001 al 30.1% en 2019, a pesar de que la crisis sanitaria actual está influyendo negativamente en este indicador. Además, persisten importantes desigualdades entre los ámbitos urbano y rural, y entre costa, sierra y selva, además de desigualdad de género y de grupos como los pueblos indígenas.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) analiza desde hace muchos años varios aspectos de la desigualdad en América Latina en sus informes y advierte que las zonas rurales tienen un menor nivel de desarrollo que las ciudades [SOCIALES, 2010]. Además de los bajos ingresos de la población, esto también se refleja en su limitado acceso a servicios básicos como educación, agua y salud. Uno de los factores más importantes para explicar esta brecha social es el aislamiento de las zonas rurales. Uno de los principales factores que explican esta brecha social es precisamente el aislamiento que sufren las áreas rurales. La variable territorial dentro del Perú es crucial para analizar todas las desigualdades, evidenciando puntos de la Figura 1.1 donde se concentra la pobreza que suelen coincidir con áreas rurales habitadas por pueblos indígenas, revelando la alianza entre entorno y etnia para perpetuar las inequidades sociales [BELLO, 2000].

Teniendo en cuenta que el 24% de la población total peruana habita en zonas rurales, se tiene un aproximado de 7.1 millones de peruanos viviendo en zonas rurales, con todas las condiciones que implica [BUREAU, 2010]. Las condiciones geográficas de la provincia del Amazonas, el tamaño de esta, la baja densidad de población y la inexistencia de infraestructuras de transporte, hacen que la mayoría de los establecimientos sean de difícil acceso [DE ALMEIDA, 2013]. Esta premisa implica que una parte significativa de la población amazónica está excluida de los beneficios del progreso nacional y que la región de la Amazonía Legal presenta los mayores problemas en la participación de los niveles mínimos de bienestar económico y social [CURIOSO, 2008].

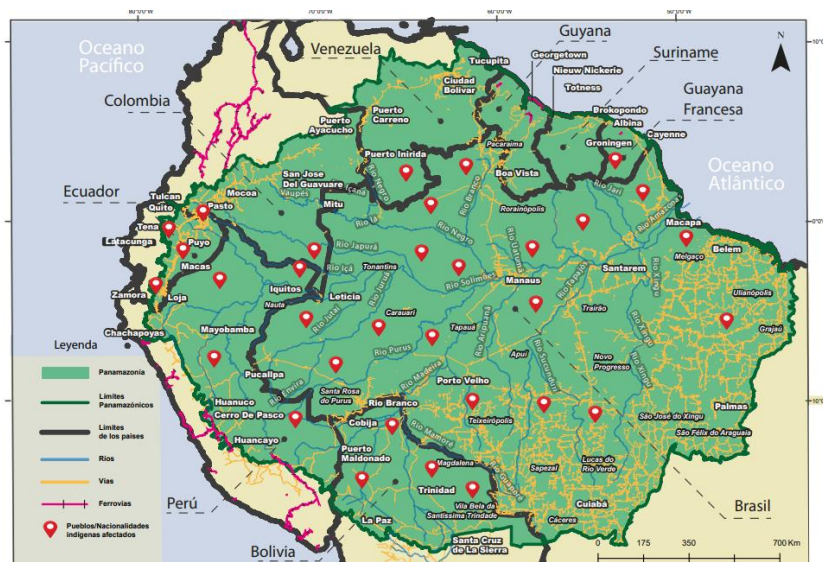


Figura 1.1: Mapa geográfico de la región del Amazonas y todas las comunidades y poblaciones respectivas dentro [REPAM, 2020].

La situación desemboca en algunas consecuencias directas. Estas son el bajo nivel de desarrollo humano, la dificultad de contar con personal asistencial dispuesto a trabajar en esas zonas, las dificultades, el costo del transporte, la escasez de infraestructura de telecomunicación, y un factor muy importante: la insuficiencia de infraestructura sanitaria. Es así como a través de ciertos estudios realizados [MARTINEZ, 2005] se ha comprobado que en las zonas rurales más aisladas existen importantes dificultades para lograr una adecuada prevención de enfermedades, graves problemas para realizar los diagnósticos y tratamientos de las enfermedades más prevalentes, así como problemas para la transferencia urgente de pacientes. Cuantificando el problema se conoce que de esos 7.1 millones de peruanos que viven en zonas rurales, 2.5 millones de ellos cuentan con servicios de salud básicos, dejando al 64% restante que es aprox. 4.54 millones de personas en situación de vulnerabilidad sin poder contar con los servicios y políticas de salud adecuadas [QUIRITA, 2011].

Se debe tener en cuenta también que, para el acceso a los servicios de salud dentro de los distintos establecimientos, las comunidades y población tienen acceso al Seguro Integral de salud SIS, que las asegura velando por la salud de las poblaciones vulnerables sobre todo en situación de pobreza y pobreza extrema [GOMEZ, 2018]. Sin embargo, se tiene que un 14% de la población dentro de la provincia Condorcanqui y

un 9.25% del distrito Río Santiago no cuentan con este seguro para la salud [GOB.PE, 2017].

La planificación de la intervención del proyecto general se va a desarrollar en la Provincia de Condorcanqui, Amazonas, Perú; en el distrito del Río Santiago. Los establecimientos de salud comprendidos para la población objetivo, dentro de la provincia de Condorcanqui, son 5 establecimientos comprendidos alrededor de la cuenca del Río Santiago, como muestra la figura 1.2. En 2017 se censaron 13.953 habitantes repartidos en 12 localidades en la cuenca de este río. La mayoría de la población de estas comunidades pertenece a las etnias Awajun y Wampis; es por ello que el proyecto cubre cinco localidades de la microrred de Santa María de Nieva. Se adiciona como establecimiento al Hospital 1 Santa María de Nieva, ubicada en el distrito de Nieva, pues este Hospital de atención tipo II-1 es el único establecimiento de salud de su tipo en los alrededores de la cuenca del Río Santiago.

Las 5 localidades iniciales en mención son el centro de salud del Puerto Galilea, establecimiento de salud tipo I-3; junto con los puestos de salud (postas médicas) de Santa Rosa de Pagkintsa, Belén, Yutupis y Guayabal, ubicados en Río Santiago de Condorcanqui y de tipo I-1; que suman una población de 9.580 habitantes en total [PINTADO, 2016].

Aparte de la información respecto a los servicios de salud básicos para los pobladores de la región, se debe tener en consideración la conectividad que deben tener para el desarrollo de la tecnología en cuanto a sistemas de comunicación para la educación, salud, trabajo, etc. Es por ello por lo que se tiene cuantificado desde el año 2017 que el 96% de la población del Amazonas, donde se encuentra el 96.3% de la población de la provincia de Condorcanqui, y dentro el 99.93% del distrito de Río Santiago no cuentan con conexión a internet [GOB.PE, 2017].

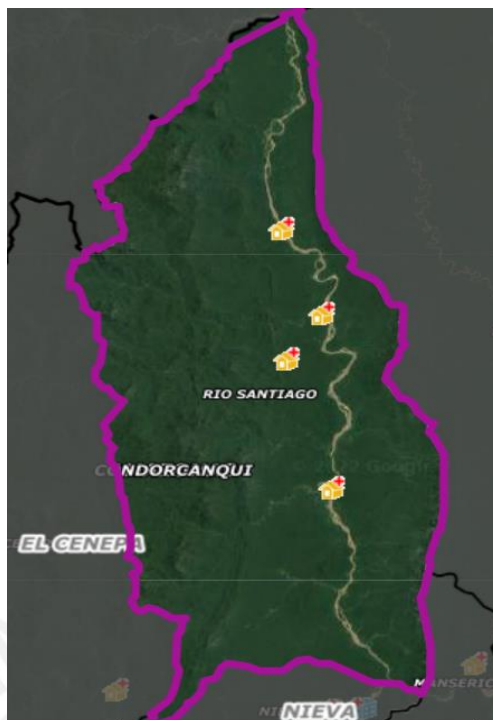


Figura 1.2: Mapa geográfico del distrito Río Santiago, dentro de la provincia de Condorcanqui de la región del Amazonas; donde se señalan los establecimientos de salud presentes en el distrito y alrededores de la cuenca Río Santiago [GOB, 2017].

Finalmente, la situación a la que se enfrentan los pueblos rurales y comunidades indígenas debido al contexto de la pandemia de COVID-19 es muy adversa, y el impacto a nivel sanitario y socioeconómico no es posible vaticinar completamente hoy, se puede afirmar que la pérdida irreparable de vidas, las carencias, la pérdida de ingresos, la reducción del comercio, el turismo y la inversión de los flujos migratorios tendrán consecuencias a las que deberán responder ineludiblemente los Estados [OIT, 2020]. A pesar de todo esto, aún se puede definir estrategias específicas para frenar el estado sanitario de estos pueblos y mitigar sus impactos en la aplicación de sus derechos de salud y, en consecuencia, derechos económicos, sociales y culturales.

### 1.1.2 La prestación de servicios de telesalud en el Perú

Las instituciones públicas locales responsables tanto de los servicios de telecomunicaciones como de salud juegan un papel activo y determinante, trabajando la apropiación de la intervención desde el origen de esta.

Actualmente, en general la telesalud en el Perú se encuentra regulada principalmente por la Ley 30421, Ley Marco de Telesalud, publicada el 2 de abril de 2016 en el diario oficial El Peruano [ALLPAS-GOMEZ, 2019] mediante el Decreto Supremo 005-2021-SA,

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley 30421, Ley Marco de Telesalud, y del Decreto Legislativo que fortalece los alcances de la Telesalud y otras normas complementarias.

Dentro de la normativa también se encuentran la Resolución Ministerial N° 146-2020-MINSA que Aprueban la Directiva Administrativa N° 286-MINSA/2020/DIGTEL: Directiva Administrativa para la Implementación y Desarrollo de los Servicios de Teleorientación y Telemonitoreo [CURIOSO, 2020]; al igual que la Dirección General de Telesalud, Referencia y Urgencias, órgano de línea del Ministerio de Salud (MINSA), responsable de formular e implementar la política de telesalud en el Sector Salud e implementar infraestructura tecnológica interoperable que permita la articulación de los servicios de Telesalud, los servicios de Consejería Integral en Salud-Infosalud y los Servicios de Atención Móvil de Urgencias [MÁ-CARDENAS, 2021]. Esta también Además gestiona la articulación de la información en salud y los servicios de salud a través del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Por otro lado, la aceptación de las instituciones de salud del proyecto deriva de su apuesta por estrategias que superen los obstáculos logísticos y geográficos de las zonas rurales para fortalecer la atención sanitaria. La Dirección Regional de Salud de Amazonas (DIRESA Amazonas), dependiente del MINSA, tendrán un rol protagonista en la futura intervención, dado que los controles de salud apoyados en aplicaciones de telemedicina serán realizados por su propio personal público de salud, quien recibirá los equipos que se adquieran [REATEGUI, 2017]. El proyecto parte de la premisa de aprovechar los recursos de la red de salud pública que ya existen, y fortalecerlos sin crear estructuras paralelas, lo que supone una premisa crucial para la apropiación local de la iniciativa.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

El presente trabajo muestra una pertinencia respecto a la realidad sanitaria en las zonas de pobreza extrema del Amazonas y el cumplimiento respecto a los objetivos del plan de Desarrollo Sostenible para el 2030.

Cabe mencionar principalmente que una gran promesa de la telemedicina rural ha sido ayudar a poblaciones aisladas o dispersas a acceder a los servicios de salud [MARTINEZ, 2004], y se debe tener en cuenta la necesidad de esta promesa resaltada en 39 sitios rurales de la provincia de Alto Amazonas, en el centro de la Amazonía peruana.

Este trabajo se orienta objetivamente a contribuir a que el derecho a la salud sea efectivamente universal y no condicionado por el lugar en el que se haya nacido, identificando medios para alcanzar las áreas más remotas y de mayor vulnerabilidad en la región de la cuenca del Amazonas.

El presente trabajo forma parte del proyecto “Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región Amazonas” financiado por el Enlace Hispanoamericano en Salud EHAS, en colaboración con el Plan Binacional y desarrollado dentro del Grupo de Telecomunicaciones Rurales – GTR PUCP, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Dentro del proyecto general, el presente trabajo de tesis busca establecer los protocolos y procedimientos clínicos dentro de la red configurados mediante una red de telesalud y atención en telemedicina rural.

### **1.2.1 Justificación y Pertinencia del Proyecto**

La premisa inicial en la justificación es que la salud es uno de los condicionantes fundamentales para asegurar los procesos de desarrollo, puesto que el bienestar físico supone un requisito fundamental para promover la capacidad laboral y la cohesión social [MUÑOZ, 2000]. En específico, se presta el foco más sobre la salud materno-infantil por seguir presentando una alta y grave incidencia en las zonas rurales. La inmensa mayoría de las muertes que reflejan las tasas de mortalidad materna y neonatal de las zonas rurales de países en desarrollo son evitables con medios apropiados, por lo que el hecho de que el embarazo y el parto sigan costando la vida a tantas mujeres supone una clara violación de derechos humanos que pone de manifiesto la falta de servicios sociales básicos tan trascendentales como el sector de la salud.

#### **1.2.1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible**

La Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el ambiente y futuro; que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia; se plantean 17 objetivos con 169 metas dentro de los sectores económico, social y ambiental [CF, 2015].

Dentro de la Agenda, el objetivo n°3 es el que justifica la intención del trabajo. El objetivo 3 “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades” nos muestra que las principales preocupaciones y datos

destacables datan sobre salud infantil, salud materna y enfermedades transmisibles [CASTAÑEDA, 2017].



Figura 1.3: Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible para la Agenda 2030 de la ONU [GIRÓN, 2016].

Es por ello por lo que, dentro de la justificación, el presente trabajo pretende cumplir con el tercer objetivo del Desarrollo Sostenible y enfocado sobre todo a las principales preocupaciones y población objetivo dentro del mismo, donde se estipula *Para 2030, poner fin a las muertes prevenibles de recién nacidos y niños menores de 5 años, o también Para 2030, reducir la tasa mundial de mortalidad materna a menos de 70 por cada 100 000 nacidos vivos* [ASSEMBLY, 2015].

El proyecto se apoya en la premisa de que las TIC cuentan con un enorme potencial para promover el desarrollo y el disfrute de los derechos humanos. Adicionalmente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, reconocen que el acceso y uso de las TIC contribuyen a la inclusión social y al desarrollo a través de la transformación, empoderamiento y vinculación de las personas y organizaciones. Sin embargo, las ventajas que supone la Sociedad de la Información requieren que toda la población cuente con acceso a las tecnologías y se beneficie de las mismas, por lo que posibilitar el acceso a estos servicios a las áreas en situación de pobreza es una cuestión de equidad y justicia [IBUJÉS, 2019]. En concreto, esta intervención abre la puerta a aprovechar esas redes para fortalecer el acceso a un servicio esencial para la población como el de la salud.

### 1.2.1.2 Pertinencia del Proyecto

La Cuenca del Río Santiago es paradigma de las carencias de estas zonas. Se ubica en un entorno de selva amazónica accesible únicamente por río, con los altos costos que eso supone para una población con escasos recursos. La exclusión social se manifiesta en la incidencia de mortalidad materna e infantil, servicios esenciales deficientes, escasas oportunidades laborales y déficits de infraestructuras de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones [CEPLAN, 2011].

Así, la importancia de los esfuerzos estratégicos de este trabajo se refleja en el doble desafío de mejorar la atención primaria en el medio rural, que depende tanto de la falta de personal calificado como de la complejidad de los desplazamientos en este entorno. Podría decirse que este es el escenario donde la telemedicina y las TIC tienen el mayor impacto potencial, ampliando la disponibilidad de profesionales de la salud para apoyar a los profesionales de la salud que atienden a comunidades remotas. Permite que las comunidades rurales accedan a servicios a kilómetros de distancia, evita el desplazamiento, brinda retroalimentación a los profesionales de la salud, mejora las capacidades de resolución de los establecimientos de salud rurales y empodera a las personas para que tomen decisiones más informadas sobre su salud.

### **1.2.1.3 Justificación respecto al Diseño de Red**

Por lo general, los diseños convencionales de redes de telemedicina son en zonas urbanas o en zonas de categoría económica por encima de la línea de pobreza, casi nunca dentro de zonas rurales; pues se conoce que existen los problemas de cobertura, accesibilidad, calidad [RODRIGUEZ, 2010] que son problemas a raíz de la financiación, operación y sostenibilidad del sistema de salud del Perú.

Existe una serie de componentes de la red orientada a la telesalud que tienen prestaciones convencionales, llámese genéricas, o típicas de su naturaleza (los enrutadores, conmutadores, puntos de acceso inalámbrico, conversores de protocolos, etc.) que finalmente deben ser orquestados y configurados en sus prestaciones para adaptarse al ámbito rural y trabajar como una red que pueda dar soporte a la telemedicina dado el contexto al que se va a operar. Los cambios positivos al diseñar la red de telesalud serán evidenciados en la implementación,

tomando en cuenta los agentes involucrados y la aceptación por parte de las comunidades rurales.

La red por implementarse se considera sobredimensionada respecto a las capacidades que tiene de telemedicina, porque para este servicio solo requiere aprox. 30 Mbps de ancho de banda aprox., mientras que la misma red constará de aprox. 355 Mbps porque sobre esta también correrán servicios de tele-educación y telefonía móvil 3G-4G.

Finalmente, al cuestionarse por qué preferir este diseño, pues se busca su sostenibilidad mediante el microoperador que se responsabilice de la red, pues al generar ingresos a través de los servicios móviles, puede encargarse de costos como el del mantenimiento de la red.

El diseño de esta red proporcionará finalmente las herramientas tecnológicas necesarias para mejorar la productividad en el sector salud rural, el aumento de la capacidad de diagnóstico por parte de los servicios de telemedicina, y finalmente la mejora de calidad de atención y por lo tanto de vida de las poblaciones objetivo.

## **1.2.2 Objetivos Generales y Específicos**

### **1.2.2.1 Objetivo General**

Se plantea como objetivo general del trabajo:

- Diseñar un sistema protocolar de atención en telesalud y telemedicina rural dentro de la red Río Santiago donde se ubican las comunidades aisladas de la Amazonía Peruana para el despliegue de servicios de telemedicina rural, enfocado en garantizar el acceso a servicios de salud materno-infantil para los grupos vulnerables de dicha región geográfica.

### **1.2.2.2 Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos respecto al presente proyecto son los siguientes:

- i) Desarrollar los protocolos de atención en telesalud y telemedicina rural, mediante la prestación de servicios de atención en telesalud, teleorientación y telemonitoreo; siendo estos un modelo de gestión e integración del uso del Sistema de Información de Salud y de los servicios de Telemedicina en los protocolos públicos de salud de

la región que se enfoquen en disminuir el índice de morbimortalidad en las zonas rurales de una población de aprox. 9500 habitantes y mejorar la calidad de atención especializada a pacientes de la zona respecto a establecimientos como centros de salud, puestos de salud y un hospital tipo II-1. Este objetivo dispone a las TIC al servicio de la salud para que los técnicos de salud rurales tomen mejores decisiones con el apoyo a distancia de especialistas que les asesoren, proporcionen una atención más segura y de mayor calidad a la población, especialmente a las mujeres y sus hijos e hijas, y éstas decidan sobre su propia salud teniendo más información al alcance.

- ii) Diseñar un esquema de cumplimiento de requisitos de red para los servicios de telemedicina que atienden prestaciones de salud en casos de infecciones respiratorias agudas, controles prenatales y dermatología. Esto implica la oferta de servicios óptima de telesalud y telemedicina para la atención de Salud materno-infantil en la Cuenca del Río Santiago mediante herramientas de Telemedicina.
- iii) Elaborar protocolos de intervenciones tecnológicas con enfoque clínico definidos para la red de telesalud, estableciendo un protocolo adecuado para cada caso: Tele-ecografía para controles prenatales y tele-dermatología para infecciones cutáneas. Estos protocolos serían validados por entes como la DIRESA del Amazonas o el Hospital I Santa María de Nieva como microrred.
- iv) Desarrollar y colaborar con la implementación en campo de los servicios de telesalud y telemedicina en su fase inicial como el establecimiento de comunicación directa entre el servidor de la localidad y los distintos clientes, los cuales son los establecimientos de salud.

### 1.3 ALCANCES Y RESULTADOS ESPERADOS

Al conocer que todas las comunidades objetivo para el proyecto cuentan con puesto de salud, se facilitará el servicio de telemedicina con herramientas digitales. Las tecnologías implantadas por el proyecto permitirán ofrecer servicios de telemedicina en esas 6 localidades objetivo, a través de la Red de Salud del río Santiago (dependiente de la Dirección Regional de Salud de Amazonas y del MINSA).

Como las comunidades rurales están a menudo en lugares aislados, donde no existen hospitales o personal de salud especializado, lo que significa que la población debe viajar durante varias horas para llegar a un establecimiento donde recibir atención médica; el proyecto pretende aprovechar el ancho de banda de la red de telecomunicaciones desplegada para fortalecer los servicios públicos de la zona. Por un lado, beneficiará al personal de salud, que podrá ejercer su labor con mejores condiciones y herramientas. Además, la cobertura de salud con personal capacitado muestra una brecha entre áreas urbanas y rurales, y se evidencia que las comunidades pobres de zonas remotas son las que tienen menos probabilidades de recibir una atención sanitaria adecuada.

La conectividad permitirá que otros agentes actores de gobierno intervengan a la zona como la RENIEC, pues al ubicar personas dentro de la comunidad que no tenga acceso a ningún servicio del Estado, o que no sea un poblador identificado con DNI y por ende sin información registrada, estas podrán ser ubicadas por la institución finalmente. El mismo ejemplo se puede emplear para la involucración de otros organismos o programas sociales del Estado.

Antes de estos alcances y resultados a proyección, el principal resultado esperado, tras un diseño adecuado a las necesidades de la zona rural, es la implementación de la red de telesalud dentro de la red Río Santiago. Es desde esta implementación esperada donde se estiman los impactos y alcances de desarrollo. La implementación no forma parte directa como objetivos del presente trabajo, sin embargo, una parte inicial como las pruebas piloto serían el inicio del plan de implementación a futuro de esta red y como producto a futuro del trabajo. Para los objetivos del proyecto se desarrolla el diseño protocolar de la intervención y cómo se mide el impacto generado por esta intervención, sin la ejecución dentro del plan de trabajo.

En base a estos objetivos específicos y general, junto con los resultados esperados donde se plantea la siguiente Tabla 1.1 donde se muestra el planteamiento de las actividades e hipótesis a partir de los objetivos.

Los Indicadores Objetivamente Verificables (IOV) seleccionados para comprobar el alcance del Objetivo General del proyecto hacen referencia al uso de los servicios de telemedicina por el personal de salud rural y serán medidos con los reportes generados por las herramientas desplegadas. La hipótesis de partida y riesgos muestran los escenarios a futuro que pueden acontecer con el proceso del trabajo. Estos resultados se relacionan con los resultados y alcances esperados del trabajo.



Tabla 1.1: Planteamiento de Hipótesis a partir de objetivos.

OBJETIVOS	INDICADOR OBJETIVAMENTE VERIFICABLE	HIPÓTESIS DE PARTIDA Y RIESGOS
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar un sistema de telesalud y telemedicina rural dentro de la red Río Santiago en poblaciones aisladas de la Amazonía Peruana para el despliegue de servicios enfocado en garantizar el acceso a servicios de salud materno-infantil en poblaciones aisladas de dicha región geográfica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los establecimientos de salud del río Santiago acceden a los servicios de información del Ministerio de Salud.</li> <li>- Descriptores de las características del diseño y adaptación a la realidad, coherente de acuerdo con los recursos y que priorice los centros de salud más demandados de la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volatilidad en las condiciones iniciales de soporte institucional y procura de recursos económicos y financieros.</li> <li>- El diseño aceptado permitirá la instalación de la red, lo que permitirá que haya conectividad en la zona y empiecen las pruebas piloto.</li> <li>- El Gobierno Regional de Amazonas mantendría su apoyo al proyecto y permitiría emplear las torres de comunicaciones.</li> </ul>
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- i) Desarrollar los protocolos de atención en telesalud y telemedicina rural, mediante la prestación de servicios de atención en telesalud, teleorientación y telemonitoreo;</li> <li>- Objetivos II y III y IV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación del número de personas (personal de salud rural) involucradas en los servicios de telemedicina para la atención de salud materno-infantil.</li> <li>- Protocolos de requisitos de red para servicios de telemedicina definidos para 3 tipos de consulta: Infecciones Respiratorias Agudas, Controles prenatales y Dermatología.</li> <li>- Establecimiento de comunicación en campo mediante pruebas piloto de comunicación PING entre el servidor (torre) del cliente con los servidores (establecimientos de salud).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La implementación en campo como pruebas piloto con los establecimientos de salud y la microrred en el Hospital de Santa María de Nieva se efectuaría (sujeto a los tiempos de presentación del proyecto).</li> <li>- Los servicios de tele-ayuda al diagnóstico tienen un tarifario como prestación de servicio establecido por el MINSA. Esto generarían ingresos directos a los establecimientos de salud para financiar el equipamiento necesario, mantenimiento y personal contratado. Con telesalud, se aumenta la cartera de servicios del establecimiento de salud.</li> </ul>

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se aborda el marco teórico respecto a las características de la red, de los protocolos y servicios que serán diseñados, al igual que el impacto del trabajo, tanto el previsible como el medible a futuro en innovación. También se presenta el Estado del Arte respecto a proyectos similares enfocados a telesalud y telemedicina en zonas rurales.

#### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

El presente trabajo junto con el objetivo principal identifica los medios que se van a utilizar para garantizar el acceso a la salud en zonas aisladas: las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas herramientas salvan barreras geográficas y distancias para acercar servicios básicos en lugares donde hasta el momento era muy improbable. La Cuenca del Río Santiago donde actúa el proyecto se ubica en un entorno de selva accesible únicamente por río y la exclusión social se manifiesta en la incidencia de desnutrición crónica y mortalidad materna e infantil, servicios esenciales deficientes, escasas oportunidades laborales y déficits de infraestructuras de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones. En materia de salud materno-infantil, más de un 37% de las mujeres de regiones de selva han manifestado tener problemas para acceder a servicios de salud, bien por lejanía o por falta de transporte, con un 82% que señala la falta de personal médico disponible [MINAYA-LEÓN, 2019]. Además, la Tasa de Mortalidad Materna del país fue de 75 fallecidas en 2020, alcanzando más de 200 en regiones como Amazonas [MINSa, 2020]. Asimismo, la Tasa

de Mortalidad Infantil durante el primer año de vida fue 23 en el ámbito rural frente al urbano de 15. La reducida capacidad de seguimiento y resolución de los establecimientos de salud rurales (por falta de medios y especialistas), unido a la distancia como factor de riesgo clave, explican en su mayor parte las graves brechas de salud que persisten en esta región.

Como alternativa a las problemáticas mencionadas, han surgido diversos proyectos de telemedicina como los del Programa Enlace Hispanoamericano de Salud (EHAS) [FEO, 2006], que actualmente son los sistemas de telecomunicaciones aplicadas a salud más grandes desplegados en el Perú y que por sus resultados e impactos alcanzados, nos han podido demostrar la relevancia en apostar por este tipo de proyectos. Para asegurar la sostenibilidad de redes de telecomunicaciones desplegadas en zonas rurales es necesario considerar una diversidad de aspectos y resolver, total o parcialmente en algunos casos, las dificultades que cada entorno específico presenta; es decir, teniendo en cuenta la implementación de las redes en un determinado contexto sociocultural y económico propio del Perú y en este caso, el del entorno del Río Santiago, Amazonas. En la experiencia de los proyectos de telesalud en zonas rurales del Grupo de Telecomunicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú (GTR-PUCP) el beneficiario ha sido generalmente una institución pública como el Ministerio de Salud (MINSA), o Municipalidades provinciales y distritales. En estos casos siempre se han obtenido mejores resultados implicando a los gobiernos locales, pero también a los regionales, en el entendido que las políticas de gasto y metas de desarrollo se originan principalmente en esas instancias [PACO, 2011].

Otro de los trabajos presentados por el EHAS pretende desplegar servicios de comunicaciones móviles en 6 comunidades de la Amazonía peruana mediante la combinación de tecnologías apropiadas de low-cost y un modelo de negocios innovador fomentado por la regulación reciente [PRIETO, 2020]. El despliegue de servicios permitió obtener información práctica sobre la estructura de costos de las redes móviles en zonas aisladas, caracterizar la demanda rural y los ingresos asociados a ella. Esta información fue valiosa y permitió proponer, implementar y validar el enfoque Pequeño Operador Rural, orientado a llegar a pequeñas comunidades en zonas rurales aisladas.

Un caso de éxito de Telemedicina rural fue presentado en Guatemala, sobre *The Healthy Pregnancy Project*, proyecto el cual fue concebido como un estudio de caso

con muestra de diez mil gestantes atendidas por enfermeras itinerantes de los Departamentos de Alta Verapaz y San Marcos. Estas enfermeras fueron entrenadas y equipadas con 31 ultrasonidos portátiles, y exámenes de sangre y orina para detectar patología obstétrica común y 2 obstetras se encargaron de supervisar de forma remota la calidad de la atención prenatal. El resultado fue favorable para la atención pública. El proyecto atendió a 10.108 mujeres en 2 años y 3 meses, con un diagnóstico variado de condiciones respecto a cada mujer gestante [MILART, 2019].

Es así como la sostenibilidad de un proyecto de implementación de redes depende de múltiples factores, y su complejidad debe evaluarse en forma previa a la implementación de las redes y justamente con ese fin se encuentran dos soluciones generales para afrontar esta sostenibilidad [ESPINOZA, 2010]. En cuanto al aporte del GTR-PUCP, con el fin de hacer sostenibles las redes desplegadas, se establecieron convenios entre el beneficiario y dependencias de instituciones estatales, municipalidades e incluso universidades que cuentan con carreras profesionales afines al tema de redes inalámbricas en un esfuerzo de largo aliento que debe iniciarse casi al mismo tiempo del proyecto [MENESES, 2007]. Es así como se puede dar inicio a la optimización de una red de telesalud en la zona rural objetivo.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE TELESALUD**

### **2.2.1 Elementos del Servicio de Telesalud**

La telesalud en el Perú es una Política de interés nacional en su implementación, definido como un servicio de salud a distancia prestado por personal de salud competente a través de las TICs. El Servicio de Telesalud se encuentra y existe desde el viceministerio de prestaciones y aseguramiento en salud, donde dentro está la dirección de telesalud, referencia y urgencias. Actualmente la Red Nacional de Telesalud articula las 25 regiones, 396 en el 2020 y 2557 IPRESS RNT [QUISPE-JULI, 2021]. Se está dando, sobre todo durante estos últimos años, el desarrollo constante de los 4 ejes de la telesalud: Telegestión, telecapacitación, telemedicina y tele-IEC.

La telemedicina es la provisión de servicios de salud a distancia respecto a promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento, recuperación, rehabilitación y cuidados paliativos. El servicio de telemedicina puede ser síncrona, en tiempo real; o asíncrona,

en tiempo diferido. Dentro de telemedicina se tienen 4 servicios importantes: Teleinterconsulta, teleconsulta, telemonitoreo y teleorientación [RUIZ-YNGOL, 2022]. Dentro del presente trabajo se incluye como un servicio a la teleayuda al diagnóstico. Según el D.L. N°1490-2020 publicado en 2020, se definen:

- **TELEINTERCONSULTA:** Consulta a distancia mediante el uso de TICs. La teleinterconsulta la realiza un personal de salud a un profesional de salud respecto a la atención de un paciente dentro del marco de las competencias, con fines de prevención, promoción, diagnóstico, tratamiento, recuperación, rehabilitación y cuidados paliativos según el caso.
- **TELECONSULTA:** Consulta a distancia realizada entre un profesional de salud, en el marco de sus competencias y el paciente o usuario mediante uso de TICs con los mismos fines de la teleinterconsulta.
- **TELEORIENTACIÓN:** Conjunto de acciones que desarrolla un profesional de la salud utilizando las TICs. El fin es proporcionar al paciente y/o usuario de salud, consejería y asesoría con fines de promoción de la salud y prevención, recuperación o rehabilitación de las enfermedades.
- **TELEMONITOREO:** Monitorización y/o seguimiento a distancia del paciente o usuario, en las IPRESS en las que se transmite y maneja la información clínica.

### **2.2.2 Características de los Servicios de Telemedicina**

La telemedicina se define como la telesalud aplicada dentro del proceso de atención clínica. Dentro de ello se encuentran los servicios de apoyo o provisión de diagnóstico a distancia, los servicios de consulta médica y tratamiento a distancia [CHANG, 2015]. La telemedicina provee beneficios a zonas rurales como el de la atención oportuna, especializada y de calidad a distancia, aventajando y disminuyendo el gasto de la movilización de los pacientes a los centros de salud. Es por ello que se clasifica este tipo de telemedicina, a diferencia de la telemedicina de alta complejidad, como

telemedicina rural. En cuanto a los establecimientos de salud objetivo, se tendrán los beneficios como la potencia de capacidad de asistencia a una mejor derivación, el apoyo a la coordinación de referencias a pacientes y evitar referencias no pertinentes. Los servicios de telemedicina elegidos para el presente trabajo son 2: Tele-ecografía para controles prenatales y tele-dermatología para infecciones cutáneas.

### 2.2.2.1 Tele-ecografía

La ecografía a distancia es un método de telemedicina moderno probado recientemente en el Perú. El diagnóstico por imágenes por una ecografía ayuda a detectar problemas en el embarazo y en otras zonas como el abdomen y riñones. Este método fue elegido para atender sobre todo en los problemas obstétricos frecuentes en las zonas objetivo.

### 2.2.2.2 Tele-dermatología

La dermatología a distancia permite la interacción entre el personal médico con médicos de la especialidad de Dermatología. El diagnóstico, al igual que la tele-ecografía, se basa en diagnóstico por imágenes, lo cual hace que la consulta mediante almacenamiento/envío sea efectiva. Este sistema permite la interpretación especializada de las imágenes mediante la digitalización y transferencia de los datos sin necesidad del traslado del paciente al Centro de Referencia. Se requiere la tele-dermatología en estas zonas del Amazonas porque las infecciones dermatológicas son muy comunes y son más nocivas para los niños y recién nacidos.

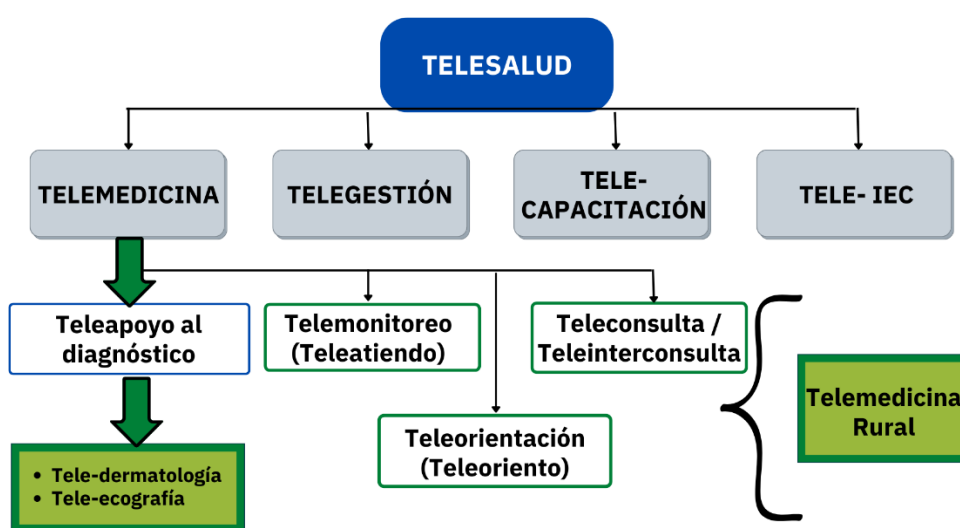


Figura 2.1: Diagrama de servicios de telesalud y telemedicina a prestarse en el proyecto.

## **2.3 IMPACTO DEL PROYECTO**

### **2.3.1 Impacto Previsible del Proyecto**

La morbimortalidad materna e infantil son indicadores que además de expresar el daño que sufren las mujeres y sus hijos e hijas, ponen de relieve las menores oportunidades que éstas tienen para acceder a servicios de salud apropiados y de calidad. Por lo mismo esta brecha de salud revela las consecuencias de la marginación social, étnica y de género. Las causas que provocan las muertes maternas y de infantes en zonas rurales en desarrollo en su mayoría son evitables, siempre y cuando se facilite el acceso a servicios de atención de salud con personal cualificado y bien equipado.

Este proyecto abre la puerta a la disponibilidad de ese personal cualificado y bien equipado en entornos aislados apoyándose en las TICs. La intervención fomenta el despliegue de soluciones de telecomunicaciones que actúan como poderosas herramientas para mejorar el bienestar de las comunidades aisladas.

La implantación de estos servicios no sólo contribuirá a reducir la mortalidad materna e infantil en las comunidades de intervención, sino que fortalecerá las capacidades del personal de salud. Esto repercute además en la percepción que la población tiene sobre los puestos de salud, ya que la confianza de las/los pacientes también se incrementa al saber que en caso de necesidad puede contar con apoyo médico. Por otro lado, el personal médico suele ser reacio a trabajar en estos entornos debido a que el aislamiento les mantiene alejados de sus familias y de la posibilidad de continuar formándose. En este sentido, la existencia de redes de telemedicina y telecomunicación aumenta el interés del personal médico por trabajar en estas zonas remotas, ya que la existencia de conexión a internet les permite mantener el contacto con sus familias y amistades y participar a distancia en cursos de formación continua.

### **2.3.2 Innovación y Desarrollo Local**

Las infraestructuras son la base sobre la que prestar servicios a la población y a los sectores productivos determinantes para el crecimiento. Poniendo el foco en los servicios de telecomunicación, la telefonía móvil se ha desarrollado en Perú de forma significativa hasta alcanzar una densidad del 74,9% [CEPLAN, 2011]. Sin embargo, las diferencias entre Lima y las zonas de sierra y selva enaltecen la brecha digital. La comunicación telefónica es precaria en las comunidades indígenas, y suele ser sustituida por estaciones de radio comunitarias. Además, el porcentaje de hogares con

acceso a Internet en 2017 en Amazonas era solo de un 4,7% [BOYD, 2019]. En este sentido, la presente propuesta no solamente supone una contribución al bienestar de las poblaciones que residen en la Cuenca del Río Santiago, mejorando sus servicios de salud, sino que la red de telecomunicación desplegada podrá aprovecharse para ofrecer servicios tanto de telefonía como de Internet. Esto permitirá a las comunidades rurales acceder a nuevas fuentes de información y mantener comunicación con los miembros de su entorno desplazados por motivos económicos a las demás regiones del Perú, sobre todo Lima. Estas soluciones ayudan a que el personal que trabaja en las instituciones públicas rurales pueda recibir apoyo remoto y acceder a contenidos y herramientas online de su ámbito, mejorando así el servicio público ofrecido.

La clave de la innovación en salud se encuentra en dotar de equipos y capacidad humana para realizar pruebas definitivas de detección de riesgos en lugares donde los fondos y los recursos son escasos, gracias a las redes de telecomunicaciones que acercan a los expertos a muchos kilómetros de distancia. La difusión de este vínculo también permitirá buscar sinergias con entidades orientadas al desarrollo (como ONG o agencias internacionales de desarrollo) para extender los servicios a otros sectores (educación, gobernanza, negocios, etc.).

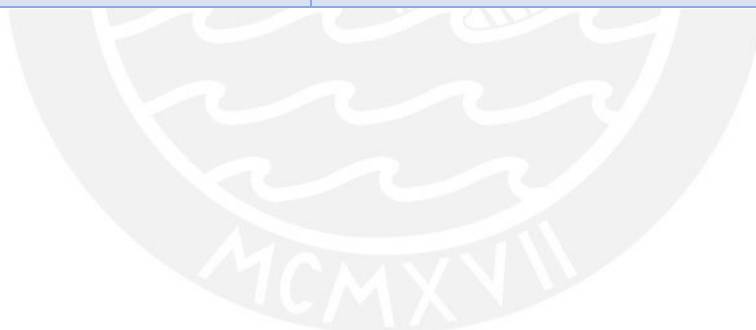
## 2.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO DE PROYECTO

En la tabla 2.1 se establece la metodología a usar en el presente trabajo.

Tabla 2.1: Metodología del Trabajo.

<p><b>Etapas Iniciales:</b>  <b>Metodología de estudio comparativo por investigación bibliográfica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento de información de los establecimientos de salud.</li> <li>- Recopilación de información epidemiológica respecto a la zona.</li> </ul>
<p><b>Segunda etapa:</b>  <b>Metodología de estudio comparativo por investigación bibliográfica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado del Arte y bibliografía.</li> <li>- Exploración de alternativas de diseño</li> <li>- Entrevista y acercamiento a especialistas de telesalud, ingenieros del proyecto y autoridades competentes.</li> </ul>

<p><b>Tercera etapa:</b></p> <p><b>Metodología de diseño adecuado de servicios TIC</b></p> <p><b>Método Empírico a través de uno de las entrevistas, encuestas y revisión de testimonios de usuarios, pacientes y doctores en el uso de servicios de telemedicina.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de los protocolos de cumplimiento de requisitos de red y de intervenciones con enfoque clínico para los servicios de telemedicina</li> <li>- Desarrollo de un modelo de gestión e integración del uso del Sistema de Información de Salud y de los servicios de Telemedicina en los protocolos públicos de salud de la región.</li> </ul>
<p><b>Cuarta etapa:</b></p> <p><b>Metodología de diseño adecuado de servicios TIC junto con metodología de diseño establecido por la norma VDI 2221 y la metodología de diseño de redes en salud.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de consistencia del diseño</li> <li>- Pruebas piloto en campo</li> <li>- Reformulación de toda la parte de diseño, desde punto de vista económico y financiero hasta el ciclo de vida de los dispositivos médicos de la zona.</li> <li>- No hay implicancia respecto al uso de personas/animales por lo que no correspondería alguna revisión del comité de ética</li> </ul>



## **CAPÍTULO 3**

### **CRITERIOS TÉCNICOS, REQUERIMIENTOS OPERACIONALES Y PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO DE SERVICIOS**

#### **3.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA RURAL**

Para el trabajo de diseño de la red de telesalud se debe determinar aspectos técnicos y protocolares clínicos. Inicialmente los técnicos implican si los puestos que se quieren interconectar a la red de telecomunicaciones pueden hacerlo a un coste razonable, con una calidad de servicio adecuada y de forma coherente con las prioridades exigidas. Por lo tanto, habrá que determinar cuál es la más apropiada tecnología para la transmisión de la información en las redes. Asimismo, habrá que determinar cuántas salidas hacia Internet se instalarán, en que estaciones irán las mismas y que tecnología se utilizará para ello.

La estructura por basarse en general es la TCP/IP, a diferencia del protocolo ISDN o RDSI, las tecnologías que se evalúan para estas redes son las WiFi, VHF y HF. Por ello al elegir se debe tener en cuenta el entorno en el que se instala la red. En caso por ejemplo, el resto de estaciones de la zona donde se instalará la red se hacen uso de la tecnología VHF, se tendría que optar por esta tecnología para permitir la comunicación con otras estaciones ajenas a la red [GTR-PUCP, 2011].

Se debe estimar una proyección de la demanda de acceso a Internet durante el periodo de vida del proyecto. Ese análisis se estima en función a la demanda esperada de ancho de banda para redes de backhaul.

De acuerdo con la banda ancha de telefonía móvil, se determina acorde a la localidad (cada distrito de Condorcanqui) el Servicio móvil con velocidad en internet. En la tabla 3.1 se detalla el servicio móvil de velocidad de datos transmitidos en telecomunicaciones en Mbps (Megabits por segundo). Después se suma la cantidad de servicio móvil por localidad para determinar el total de servicio a necesitar, junto con el factor de concurrencia de 50% para finalmente obtener el total de servicio móvil de 355 Mbps de comunicación.

**Tabla 3.1: Estimación de capacidad requerida para el Servicio Móvil por Localidad en zonas objetivo de Condorcanqui [GTR-PUCP, 2019].**

N° de nodo	Localidad	Capacidad Total (Mbps)	Capacidad Total mínima (Mbps) 30% concurrencia	Capacidad Total óptima (Mbps) 50% concurrencia
01	Nieva	710	213	355
02	Pagkinsta	660	198	330
03	Belen	610	183	305
04	Guayabal	540	162	270
05	Yutupis	450	135	225
06	Puerto Galilea	400	120	200

De esta forma, para el análisis de la arquitectura de red y diseño del sistema de telesalud, se consideran solo las 6 zonas donde se trabajará el plan de red de telesalud y servicios de telemedicina. Siendo así, el Sub Total de servicio móvil requerido sería de 310 Mbps, calculándolo con el Factor de concurrencia, se tendrían unos 155 de total de servicio móvil. En la tabla 3.2 se muestra la ubicación de las torres de telecomunicaciones de las 6 localidades donde se ubican los establecimientos y puestos de salud, junto con la localidad del nodo principal de Nieva.

**Tabla 3.2: Ubicación de las torres de telecomunicación en las localidades objetivo [GTR-PUCP, 2019].**

N° de nodo	Localidad	Latitud	Longitud	Elevación (m)
01	Nieva	-4.593611	-77.86584	203
02	Pagkintsa	-4.497583	-77.75889	265
03	Belen	-4.225833	-77.71889	195

<b>04</b>	Guayabal	-4.161444	-77.70692	199
<b>05</b>	Yutupis	-4.061346	-77.76382	207
<b>06</b>	Puerto Galilea	-4.015644	-77.75847	183

### 3.2 CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DESARROLLADOS PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS DE TELESALUD

En base al principal planteamiento de los objetivos, y del fin del proyecto como servir de soporte al conjunto de actividades, contenidos y servicios que se tiene previsto implementar con la solución de conectividad; se debe tener en cuenta ciertas condiciones para el diseño.

- Inicialmente, lo que se tiene ya cubierto son las zonas de conectividad, es decir, los puestos de salud junto con la microrred como el Hospital de Nieva. En este caso también se estableció la ubicación de estaciones repetidoras y difusión de objetivos, actividades y resultados.
- Para la póstuma implementación del diseño se debe realizar los estudios topográficos y de suelos de acuerdo con el lugar donde se requiere implementar, pues el proyecto general requiere la instalación e implementación de las redes y torres de comunicación, estas requieren una ubicación estratégica. Para este caso el proyecto general empezó los trabajos con el estudio topográfico como se muestra en la figura 3.1.



**Figura 3.1: Estudio topográfico para la implementación de redes de telecomunicaciones en Condorcanqui, Amazonas.**

- Considerando las zonas y los servicios de salud a ofrecer, se deben establecer acuerdos con las comunidades nativas de las zonas, pues son los principales usuarios por encontrarse con esta solución.

**Comunidad Awajun:**

De origen indígena y conocido también con el nombre de aguaruna, la comunidad Awajun es el segundo pueblo más numeroso de la Amazonía peruana. Su lengua es la más hablada entre las cuatro que pertenecen a la familia lingüística Jíbaro. Población con fuerte presencia política y organizativa con una estimación de aprox. 63000 personas [BURNEO, 2018].

**Comunidad Wampis:**

De origen indígena, conocido también como Huambiza, también perteneciente al Jíbaro. Actualmente, se caracterizan por la defensa de su territorio y el uso de estrategias políticas y organizativas que guardan una estrecha relación con su cosmovisión ancestral [MAINVILLE, 2014].

- Para la solución de servicios de telesalud como telecapacitación al personal de salud, se debe mapear inicialmente el personal de salud existente por cada puesto de salud y especialidad. Dentro de esta condición se debe considerar la diferencia de cantidad de personal de salud y de especialidades por distintas localidades para establecer el flujo correcto de atención.
- Para las compras de dispositivos médicos se debe conocer la tecnología y capacidad que hay por puesto de salud. En este caso en particular las compras incluirán servicio de itinerancia (roaming) y dispositivos de computador y laptops para el despliegue de los servicios de telemedicina.

### **3.3 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO**

Como parte del proceso de diseño general del proyecto principal, se discutirá y elaborará un plan para crear una oficina de telemedicina en el hospital de referencia en la zona, el Hospital I Santa María de Nieva. Esta oficina se encargará de atender las teleconsultas que se realicen desde la red de salud de río Santiago, siguiendo un modelo similar al que se empleó en Napo junto con la GTR-PUCP [GARCÍA REY, 2021].

Además, esta oficina se integrará en la red nacional de Telesalud que está desarrollando el MINSA dentro de su Plan Nacional de Telesalud.

Al diseñar la estructura general del sistema y arquitectura de la red de telesalud, se emplea el diseño de protocolo de cumplimientos de requisitos de red para la prestación de servicios de telemedicina.

Además, se desplegará y configurará un sistema de teleconsulta que comunique al personal de atención rural y las/los médicos de referencia con herramientas para el tele-diagnóstico, enfocadas a la salud materna (para el seguimiento del embarazo), la salud infantil (para cubrir la alta incidencia de enfermedades respiratorias en la infancia) y Tele-dermatología (para atención de enfermedades de la piel, con alta incidencia en la zona). Estas aplicaciones permitirán que los técnicos y personal de salud que atienden los puestos de salud más aislados reciban apoyo remoto de sus médicos de referencia (situados a varias horas de viaje en hospitales o centros de salud con más recursos). Esta actividad contempla el análisis de distintas aplicaciones de telemedicina, la selección de las más versátiles, y su adaptación a las necesidades específicas del proyecto: uso sencillo e intuitivo, disponibilidad de manuales en castellano, bajo consumo, y opción de reparación y reemplazo en Perú.

A la par se irá diseñando una plataforma de formación con los correspondientes materiales multimedia para facilitar la formación del personal de salud en el uso de los nuevos sistemas. Esta plataforma servirá además para facilitar la formación del personal de salud que se incorpore en el futuro a los establecimientos de salud del Río Santiago.

Una vez desplegadas las herramientas de telemedicina y diseñada la plataforma de formación, se procedería a la capacitación del personal de salud para el uso de los servicios de telemedicina, Es una actividad clave para la consolidación y sostenibilidad de la solución propuesta por el proyecto. Consistirá en impartir talleres para capacitar al personal de salud en el uso de los nuevos servicios desplegados y también de aquellos ofrecidos online por el Ministerio de Salud (MINSA). En estos cursos será necesario diferenciar el rol y los conocimientos de los médicos/as que atenderán las teleconsultas desde hospitales y centros de salud, de los del personal de salud rural que las solicitarán.

Finalmente, se llevará a cabo la gestión e integración de los servicios de Registros y de Telemedicina en los protocolos oficiales de atención, promoción y prevención de salud materno-infantil. Para garantizar esta tarea, el personal médico de la Red de

Salud del Santiago se encargará de dar seguimiento al uso de las herramientas desplegadas. Además, se mantendrán reuniones con los responsables de la Dirección Regional de Salud de Amazonas y con las oficinas de Telemedicina del Ministerio de Salud de Perú para proponer actualizaciones en las normativas nacionales en materia de salud en función de las necesidades identificadas en el proyecto, y fomentar la sostenibilidad del proyecto. En la figura 3.2 se establece el esquema general del plan del sistema de telesalud en el proyecto.

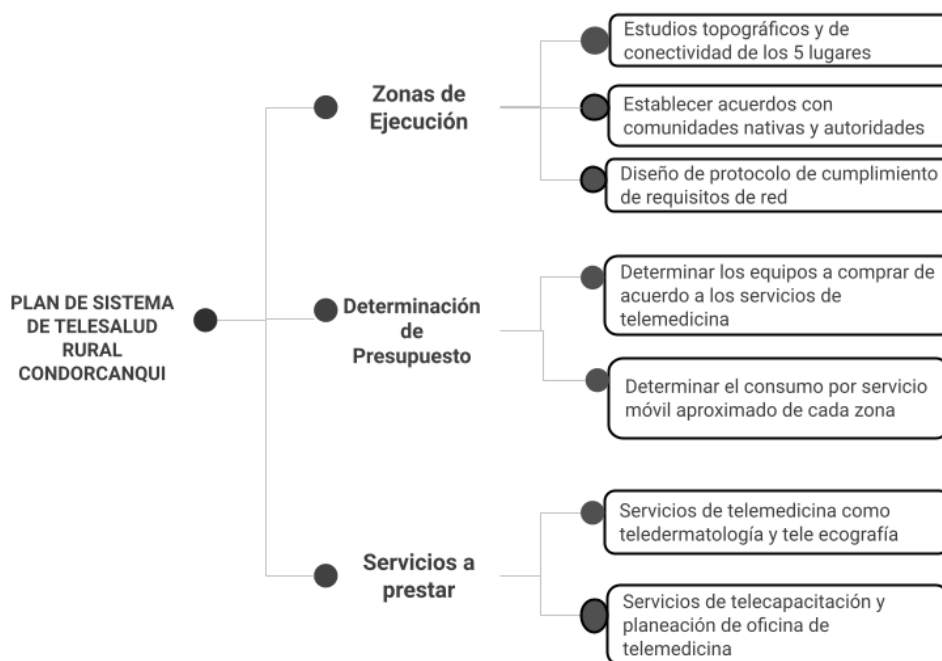


Figura 3.2: Esquema general del plan de telesalud rural en Condorcanqui, Amazonas.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DEL DISEÑO

El diseño de la estructura del sistema, el protocolo de servicios de atención y modelo de gestión de uso de los servicios se basará principalmente en lo estipulado de la ley marco de Telesalud. La aseguración de la gestión e introducción de TICs en servicios de salud a nivel nacional, junto con la Dirección de Telemedicina del MINSA, permiten que este sistema se formule e innove dentro de la red de telesalud de Condorcanqui, Amazonas.

Dentro del proyecto general de redes de telecomunicaciones en zonas rurales, y para propósitos del objetivo de la tesis, se tomaron en cuenta las consideraciones mencionadas en el anterior capítulo y por ello se establecieron, y aún se está planificando, los siguientes criterios:

- Planificación de riesgo a mediano/largo plazo a 5 años. Para atender la demanda proyectada a futuro. Criterio del diseño.
- Atención y estrategia de las demandas estipuladas en las políticas públicas nacionales, sobre todo si hay atención de demanda no atendida a través de telemedicina. Generación de acuerdos con las comunidades nativas Awajun y Wampis.
- Dimensionamiento y proyección de tráfico de red, requerimiento de ingreso y distribución de extremo a extremo, contratación de internet, seguridad de la red y tipo de seguridad, puntos de acceso a internet y proyección de duración de servicios.
- Con los resultados de dimensionamiento y capacidad de tráfico dentro de la red a implementarse, selección de los equipos de radio que cumplan ese requerimiento. Se consiguen estos equipos y se procede con la configuración de red.
- Establecimiento de protocolos de pruebas como servidor de monitoreo de la red que genera reportes, el PING, funcionamiento, si será direccionamiento estático, el OSPF, la red de distribución, estaciones a conectarse y la dirección IP que vela por el funcionamiento de este.

Una vez considerando y desarrollando estos criterios, se procede a elaborar el diseño de los servicios de telemedicina, por el cual se tienen criterios previo diseño:

- ❖ Mostrar cuales son los servicios, calcular cuánto de ancho de banda consumen, incluido los servicios de telecapacitación. Considerar la capacidad de transporte de datos de cada servicio. Se prefiere tener tráfico diferenciado a la red para priorizar servicios.
- ❖ La propuesta y el modelo de gestión e integración de servicios de salud debe basarse en las normas técnicas y leyes relacionadas a telesalud y telemedicina en el Perú (Referenciadas en 4.3.1). Después de recoger esta información se propone los modelos y protocolos para el sistema de la red de telesalud y telemedicina.

Dentro de la propuesta de diseño, se estableció desde el proyecto general las 6 localidades estratégicas, planificadas en conjunto con la Diresa Amazonas, el plan binacional y gobierno regional; como establecimientos de salud anteriormente mencionadas junto con el hospital regional de Santa María de Nieva, donde todas tienen como red a Condorcanqui y todos son establecimientos sin internamiento, con excepción del Hospital Regional de Nieva. Se establecen las 6 localidades y cada una de sus propiedades en la tabla 3.3. El resto de las características e información respecto a cada establecimiento de salud se detalla en los anexos del documento [DEPERU, 2022]. Los datos relevantes como cantidad de personal de salud actual se obtuvieron mediante la Lista de personal del mes de octubre 2022 de la provincia, provisto por la oficina de Epidemiología de la red de salud Condorcanqui.

**Tabla 3.3. Características principales de los establecimientos de salud del proyecto.**

	<b>Clasificación</b>	<b>Categoría</b>	<b>Etnia</b>	<b>Microrred</b>	<b>Nº de personal</b>
<b>Hospital Regional de Nieva</b>	Hospital de atención general	II-1	Awajun	-	111 personal de salud
<b>Red De Salud Condorcanqui</b>	Centro de Salud	I-3	Awajun	Nieva	33 personal de salud
<b>Pagkinsta</b>	Puesto/Posta de salud	I-1	Awajun	Nieva	13 personal de salud
<b>Belén</b>	Puesto/Posta de salud	I-1	Awajun	Galilea	4 personal de salud
<b>Guayabal</b>	Puesto/Posta de salud	I-1	Wampis	Galilea	3 personal de salud
<b>Yutupis</b>	Puesto/Posta de salud	I-1	Awajun	Galilea	17 personal de salud
<b>Puerto Galilea</b>	Centro de salud	I-3	Awajun/ Wampis	Galilea	14 personal de salud

El diseño plantea un esquema de protocolo médico de atención, de procedimiento de atención y flujo de telemedicina en zonas rurales, con la finalidad de contribuir a la

mejora de calidad de servicios de salud brindado a la población de Condorcanqui a través del uso de las TICs. De acuerdo con ello, la mejor práctica es cumplir con la Resolución Ministerial N° 816-2020/MINS que es cumplir los principios para el desarrollo digital de acuerdo con la Hoja de ruta para la agenda digital de salud 2020-2025 [OVIEDO, 2010].

El diseño de protocolo debe ir alineado a los principios del desarrollo digital [PRINCIPLES, 2017]:

1. **Diseñar con el usuario** → Encuestas, comunicación y pruebas con las poblaciones y comunidades de Condorcanqui.
2. **Comprender el ecosistema existente** → Conocer y comprender el entorno como zona rural, el cual será factor clave para las decisiones protocolares.
3. **Diseñar para escalar** → El principal diseño será proyectado a un tiempo mayor de atención de salud y tendrá un alcance a más comunidades rurales que las actuales.
4. **Construir para la sostenibilidad** → La sostenibilidad permitirá el alcance del impacto del proyecto, mientras se incorpora a las políticas públicas, prácticas diarias y flujo de trabajo del usuario en Condorcanqui.
5. **Ser impulsado por datos** → Los datos permiten información correcta, por lo que las acciones tomadas en el ámbito rural serán de mayor calidad.
6. **Usar estándares, datos y código abiertos** → Debido a la innovación en la tecnología digital, es necesario un enfoque abierto ya que puede ayudar a incrementar la colaboración en la comunidad de desarrollo digital.
7. **Reutilizar y mejorar** → Sobre todo en un contexto de situaciones de pobreza y extrema pobreza, la innovación y la mejora y reutilización son esenciales al adaptar y mejorar los productos tecnológicos existentes para la atención de salud.
8. **Atender a privacidad y seguridad** → Una de las principales demandas y preocupaciones de los usuarios será la seguridad y privacidad en el manejo de su información. Para la aceptación de esta propuesta de protocolo por las comunidades, estas deben sentirse seguras
9. **Ser colaborativo** → Compartir la información, estrategias y recursos a través del proyecto para demás organizaciones y sectores, llevando a un alto impacto del proyecto.

En el caso de los servicios de telemedicina se adopta el modelo MAST como marco global para la evaluación de telemedicina. Se establece la tabla 3.4 donde se detalla el modelo MAST para evaluar las tecnologías de telemedicina del trabajo, sobre todo en su eficiencia y bajo costo para el ámbito rural [KIDHOLM, 2012].

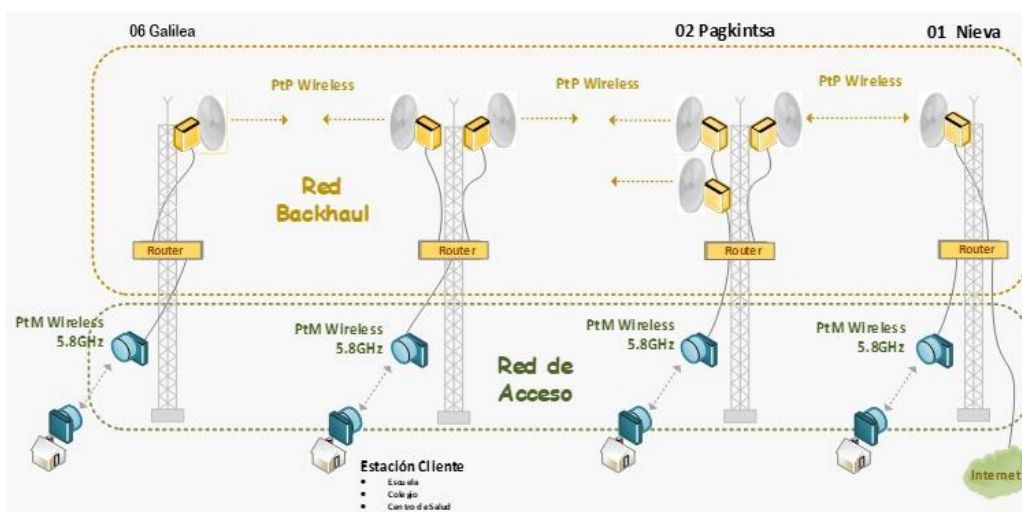
**Tabla 3.4: Modelo MAST como marco global para la evaluación de telemedicina. Caso de telemedicina rural.**

DOMINIO	RELACIÓN CON LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA DEL PROYECTO
Problema de salud y características de la aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La falta de atención de salud a nivel rural en los puestos y centros de salud de Condorcanqui. Necesidad de uso de TICs para la atención en salud sobre todo en salud materno infantil.</li> </ul>
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad clínica respecto a los pacientes y personal, en casos de riesgo expuestos de acuerdo a la geografía, contexto cultural y factores externos.</li> <li>- Seguridad técnica respecto a la tecnología de telemedicina a usar, dentro de un ambiente difícil respecto a la innovación en tecnologías.</li> </ul>
Efectividad Clínica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectos sobre la mortalidad y morbilidad materna e infantil, en las infecciones cutáneas y respiratorias. Finalmente, efectos sobre la calidad de vida de las comunidades, los hábitos, comportamiento y uso respecto a los servicios de telemedicina rural.</li> </ul>
Perspectivas de los pacientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceptación, comprensión y entendimiento de la información y tecnología, capacidad, acceso y accesibilidad con los servicios. Se busca finalmente la confianza, empoderamiento y autoeficacia respecto a la comunidad con los servicios.</li> </ul>
Aspectos económicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación económica y balance respecto a recursos utilizados respecto a la efectividad clínica.</li> <li>- Estimar costos y proyectar la prestación de servicio en 1 a 5 años iniciales. Validar el efecto positivo e impacto de estos cambios.</li> </ul>
Aspectos Organizativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los principales potenciales cambios dentro de la zona para la correcta organización</li> </ul>

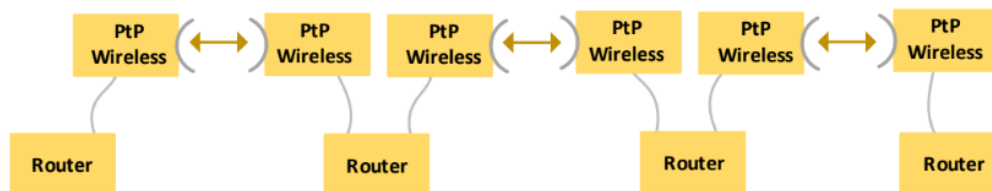
	sanitaria (por ejm. el lenguaje de comunicación y uso de lenguas nativas para la atención en telesalud).
Aspectos socioculturales, éticos y legales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valorar e identificar las cuestiones éticas planteadas por el servicio de telemedicina y balancear las consecuencias de su uso respecto a el efecto positivo.</li> <li>- Asegurar que los protocolos clínicos y planteamiento de gestión tecnológica se rijan bajo la normativa y leyes dentro de la normativa peruana.</li> </ul>

### 3.5 ARQUITECTURA GENERAL Y PLANTEAMIENTO DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED RIO SANTIAGO EN TELEMEDICINA

La arquitectura general de telesalud se presenta con la finalidad de gestionar mejor el tráfico de la red. Esta arquitectura se ha dividido en dos partes: la Red Backhaul y la Red de Acceso. La red Backhaul es la parte principal de la solución y es la que soportará el tráfico de datos que originan o solicitan los usuarios. La red de Acceso local será el medio por donde los usuarios se conectarán, directamente, a los distintos servicios de telecomunicaciones [GTR-PUCP, 2019]. En la fig. 3.3 se establece una red de acceso donde se encuentra la estación cliente y una red Backhaul donde se interconectan los 14 distritos de Condorcanqui entre ellos a través de los routers conectados inalámbricamente a la red de acceso como servidor cliente a unos 5.8 GHz. Se establece la microrred general inicial desde Nieva, donde acá se considerará al Hospital de Nieva, establecimiento de nivel II. La arquitectura general se presenta en la Figura 3.4.



**Figura 3.3: Equipamiento del sistema Backhaul de telecomunicaciones de la red Rio Santiago [GTR-PUCP, 2019].**



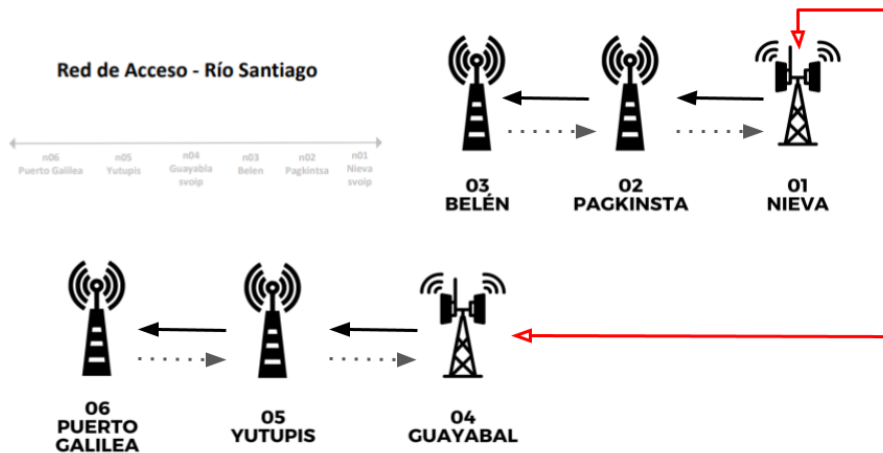
**Figura 3.4: Topología y arquitectura de Red General del sistema Backhaul de telecomunicaciones de la red Rio Santiago [GTR-PUCP, 2019].**

El sistema inicial de información para la prestación de servicios de telesalud se define en la arquitectura de red de Wifi y telefonía móvil. Por estándar, en cada establecimiento de salud contará con laptop, telefonía IP y conexión a internet. Se ha planteado en ambos casos de red WiFi y telefonía móvil un flujo de comunicación. Dentro del diseño también está contemplada la implementación del servicio Voice Over IP, VoIP, para la correcta comunicación entre establecimientos de salud durante la falta de servicio de telefonía móvil. La arquitectura del VoIP comprende protocolos como Códecs, Protocolo de inicio de sesión (SIP), de transporte en tiempo real (RTP), de Calidad de servicio (QoS) y de datagramas de usuario (UDP) [SALAZAR, 2021].

Dentro del proyecto, se plantea que, al momento de finalizar la fase de implementación desde la microrred del hospital Santa María de Nieva se tendría disponible la conexión de banda ancha prevista en el marco del Proyecto Regional, siendo coordinado y adjudicado con la empresa Gilat Networks Perú S.A.

En la figura 3.5 se establece el esquema propuesto de red de telefonía para telemedicina en todas las zonas de atención de salud, donde se aprecian los servidores de telefonía con VoIP en los puntos 01 y 04 de Nieva y Guayabal respectivamente. En la estación de Nieva, gracias al servicio prestado por Gilat, permite la comunicación entre las torres de telecomunicación, en la misma zona de los establecimientos de salud, de Santa Rosa de Pagkinsta y de Belén. El mismo caso corresponde para la torre de la zona de Guayabal, que dirige la comunicación con las torres de Yutupis y Puerto Galilea. Ambos servidores VoIP, tanto del hospital de Nieva como Guayabal, se encuentran troncados entre ellos (gracias al protocolo SIP) mediante el troncal SIP determinado entre las zonas de Nieva y Guayabal que une ambos servidores, por lo

que permite un flujo de comunicación de telefonía VoIP efectivo entre todas las zonas de atención de salud.



**Figura 3.5: Esquema de red de telefonía VoIP para atención de telesalud y telemedicina en las zonas de atención de salud.**

La topología de red más usada es el modo infraestructura. En ella todas las estaciones que forman parte de la red se comunican entre sí a través de un punto de acceso [GTR-PUCP, 2011]. El proceso de conexión mediante red WiFi se establece mediante un protocolo en el que en este caso, se requiere de una empresa proveedora de servicio de internet, que por conexión este es enlazado con la torre de telecomunicaciones de la red de salud en nieva y gracias a la antena permite conectar de servicio de internet a toda la zona, igualmente desde ahí, interconectada con las demás torres de telecomunicación del resto de zonas, empieza a generar el tráfico de datos y la información para todos los demás clientes, a partir del servidor de Nieva. En la Figura 3.6 se muestra el esquema de red de esta arquitectura.

Para el protocolo de cumplimientos de requisitos de red, se debe considerar principalmente el dimensionamiento con los requisitos operacionales mencionados en el capítulo 3.

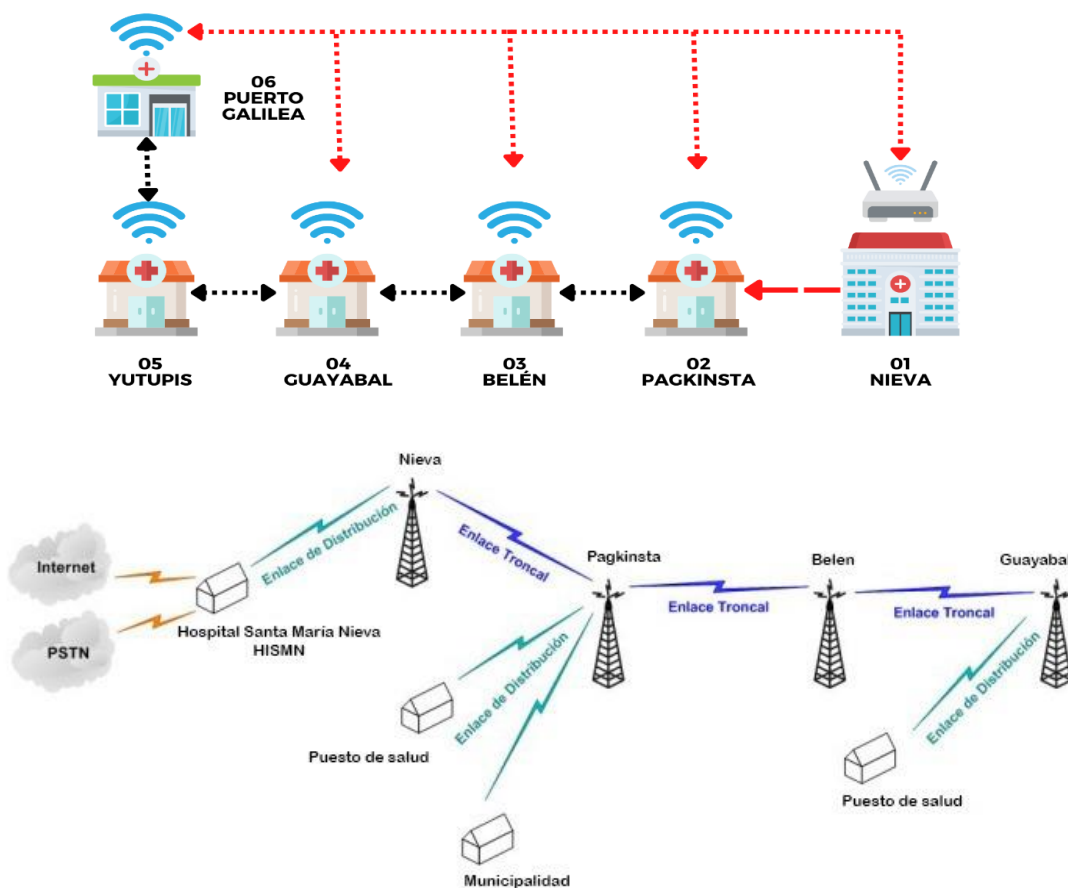
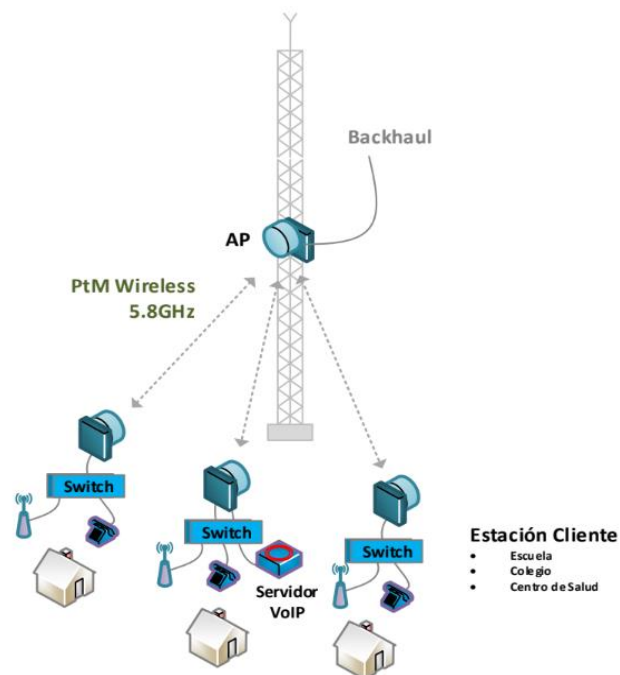


Figura 3.6: Esquema de red WiFi para atención de telesalud y telemedicina en las localidades de atención de salud.

### 3.5.1 Servidores y Estaciones Cliente por cada localidad

Dentro del plan de conexión del proyecto general entre cada una de las 6 localidades de la cuenca del Río Santiago, se tiene planteado tener la conexión con los distintos clientes como se muestra en la Figura 3.7. Cada cliente por localidad incluye Centros Educativos, Puestos o Centro de Salud. La estación cliente es la que se encuentra en los puntos de servicio a usuarios, suelen tener conectados una computadora y un teléfono IP como es el caso.



**Figura 3.7: Esquema general de Estación servidor – cliente para toda la zona objetivo del proyecto red Rio Santiago [GTR-PUCP, 2019].**

Se emplean como servidores de cada estación al dispositivo Dell T40 INTEL con procesador XEON E-2224G de 8GB 1TB y el sistema operativo Ubuntu.

Cada estación cliente tiene que conformarse por un sistema de gabinete metálico de pared para alojamiento de conexiones y equipos de telecomunicaciones, este unido con otro gabinete metálico de piso para el alojamiento de baterías.

El gabinete de piso inicialmente cuenta con 3 a 6 baterías de carga de auto, conectadas en paralelo hacia el segundo gabinete encima directo hacia la conexión en un busbar, donde junto a otros más se establece la conexión de radio, de los paneles solares que se comentarán en la siguiente sección, y de la batería. Este cuenta con un adaptador de teléfono analógico ATA, controlador solar para regular la energía de los paneles, un servidor VoIP y un router para la conexión inalámbrica efectiva. Conectado arriba de este gabinete, además de los paneles solares, se ubica el Access Point para el Wi-Fi, y exteriormente al gabinete se conecta el teléfono que se empleará para los servicios VoIP. En la figura 3.8 se muestra el diagrama de conexiones entre los gabinetes y conexión exterior de la estación cliente de una localidad.

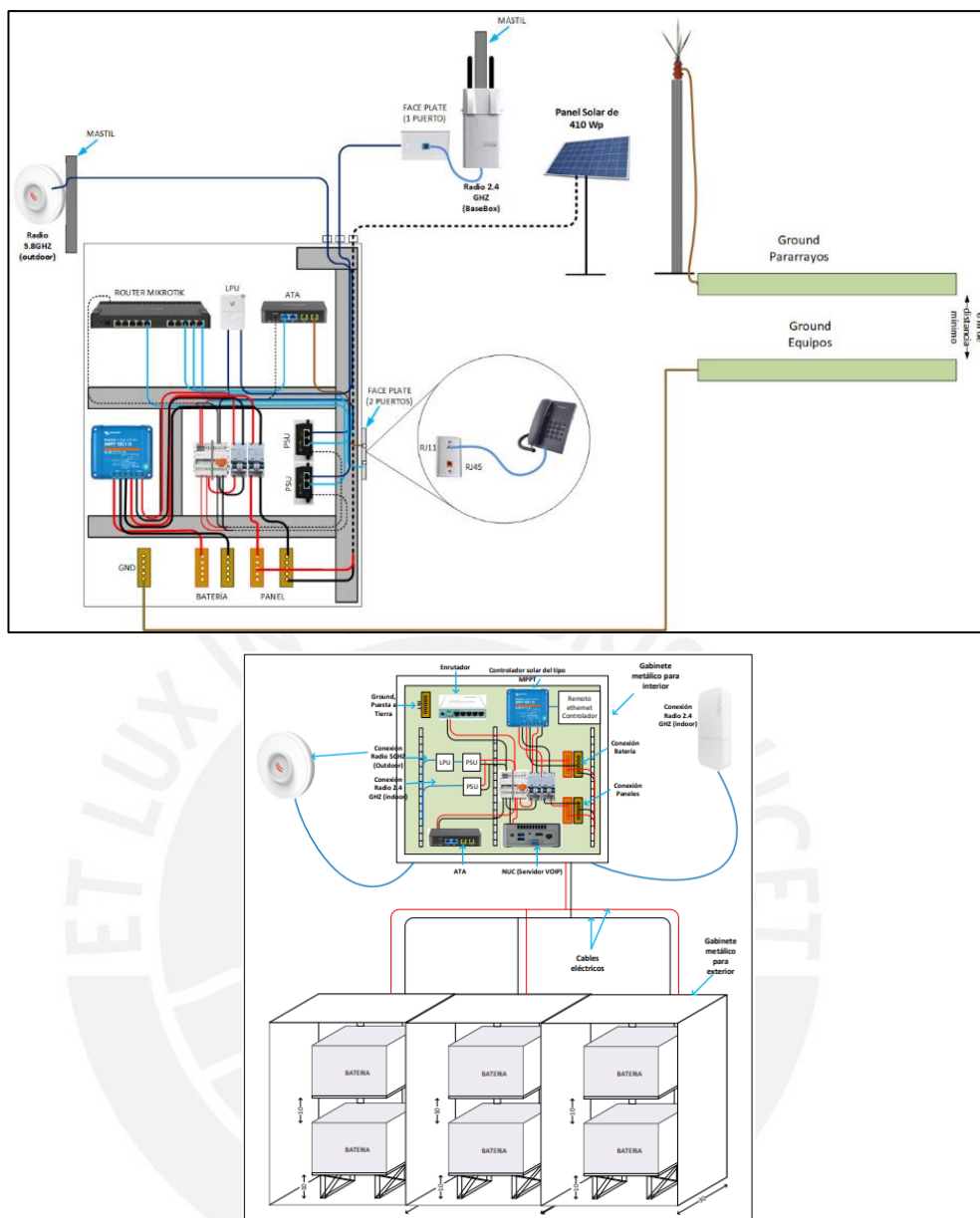


Figura 3.8: a) Esquema general del sistema de estación cliente y b) Diagrama de conexiones de Estación Cliente dentro de los dos gabinetes [GTR-PUCP, 2019].

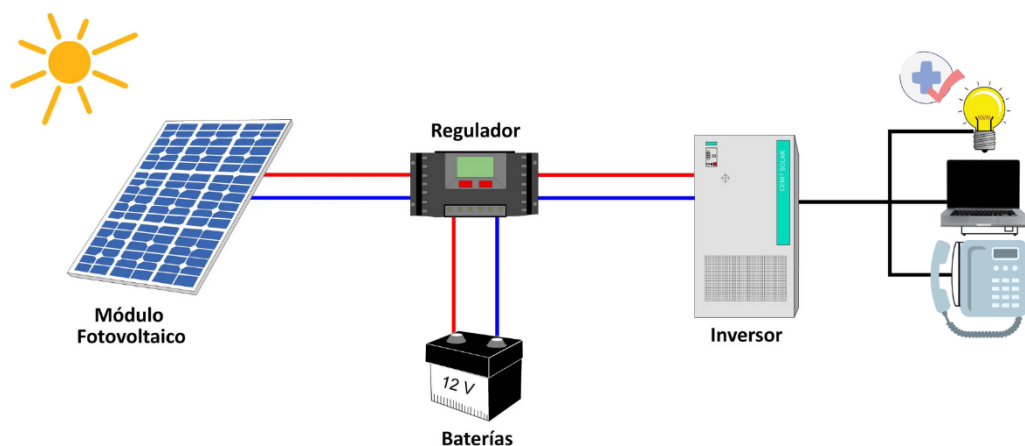
### 3.5.2 Sistema de suministro de Energía y Protección Eléctrica

Dentro de las zonas rurales y el plan de abastecimiento de conexión mediante tecnologías de la información, se debe contemplar el suministro de energía que se provee debido a la dificultad de obtención de energía en la zona. Gran parte de las comunidades rurales no cuentan con sistemas de suministro de energía alguno y la otra parte utilizan motores diésel cuyo funcionamiento está sujeto a un suministro de combustible externo y no siempre asegurado por la variación de voltaje a nivel de salida [MOREIRA, 2021].

El suministro de energía planteado por el proyecto es mediante la energía fotovoltaica, donde se obtiene energía solar mediante paneles solares para transformarla en energía eléctrica. La principal ventaja sería que, debido a las zonas objetivos de los establecimientos de salud, la disponibilidad de energía solar es mucha de acuerdo con el clima de esas zonas en mención. También considerar el bajo requerimiento de mantenimiento por no contener partes móviles [REINOSO, 2022].

Considerando estos factores, el uso de sistemas fotovoltaicos serían considerados la opción más recomendable en este proceso de despliegue. Los componentes de este sistema para el proyecto serían [GTR-PUCP, 2019]:

- Paneles solares: Los módulos fotovoltaicos conectados en serie o paralelo generan corriente y voltaje requeridos por la carga de los equipos a usar.
- Baterías: Acumuladores de energía.
- Regulador: Protege la batería de sobrecargas o descargas.
- Inversor: Convierte la corriente continua en alterna para permitir el funcionamiento de los equipos que funcionan con corriente alterna.

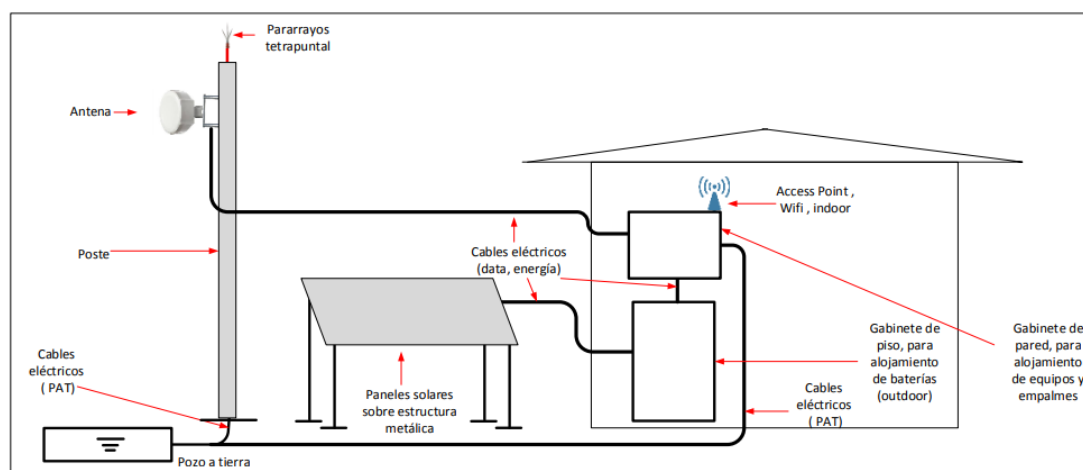


**Figura 3.9: Esquema de sistema fotovoltaico para red WiFi para atención de telesalud y telemedicina en las zonas de atención de salud.**

Debido al entorno rural de las localidades de salud, frecuentemente hay imprevistos naturales como descargas eléctricas que alteran el funcionamiento de los equipos dentro de cada localidad. Por esto se requieren sistemas de protección eléctrica y seguridad para descargas eléctricas. Este es un sistema de protección que incluirá pozo de puesta a tierra (PAT) con una forma horizontal de acuerdo con el suelo de la zona rural y con baja resistencia con un valor calculable, una Barra máster, protectores de

línea, pararrayos de tipo ionizantes pasivos y cables de cobre para conexiones entre elementos.

Finalmente, en la Figura 3.10 se muestra el esquema final de Suministro de Energía junto con Protección Eléctrica, conectado a la antena y el Access Point que darán la conexión con las demás localidades.



**Figura 3.10: Esquema de sistema e infraestructura de estación por cada establecimiento de salud [GTR-PUCP, 2019].**

### 3.5.3 Sistema de conexión de red

Como criterio de diseño, se ha asumido un mínimo de 4 Mbps de velocidad de acceso a Internet (descarga o downlink) para cada una de las instituciones; en tanto que para la subida considera suficiente una velocidad de 1 Mbps. Tener en cuenta que esta es la capacidad nominal de los accesos para los proyectos regionales, los cuales garantizan sólo el 40% al igual que es la capacidad requerida por el MINSA para brindar los servicios disponibles de Telemedicina [EL PERUANO, 2013].

Para el cálculo, se asumirá que existe un 90% de concurrencia en el uso del servicio de acceso a Internet donde se contempla, como fue mencionado en el anterior apartado, la implementación de un servicio VoIP para que las instituciones se puedan comunicar mientras no exista el servicio de telefonía móvil; sólo se dispondrá de un anexo por puesto de salud.

Como se mencionó anteriormente, cada puesto de salud estándar contaría como mínimo, para los servicios de telesalud y telemedicina, una laptop, la telefonía VoIP y conexión a internet. La fundación EHAS junto con la empresa española GMV plantearon la plataforma de telemedicina de videoconferencia Antari, de la empresa de

tecnología GMV. El servidor Antari, el cual se plantea usar como plataforma de atención, estaría ubicado en Nieva permitiría la comunicación entre redes, sobre todo para los servicios de telemedicina mediante teleconferencia, por lo que se tiene en cada localidad un direccionamiento y rangos IP definidos. En la tabla 3.5 se definen la dirección IP, direccionamiento y equipamiento de antena a usar por cada cliente como puesto de salud, centro de salud y hospital; dentro de cada localidad. En los anexos se muestra el detalle de configuración de esquema de red de acceso de cada localidad.

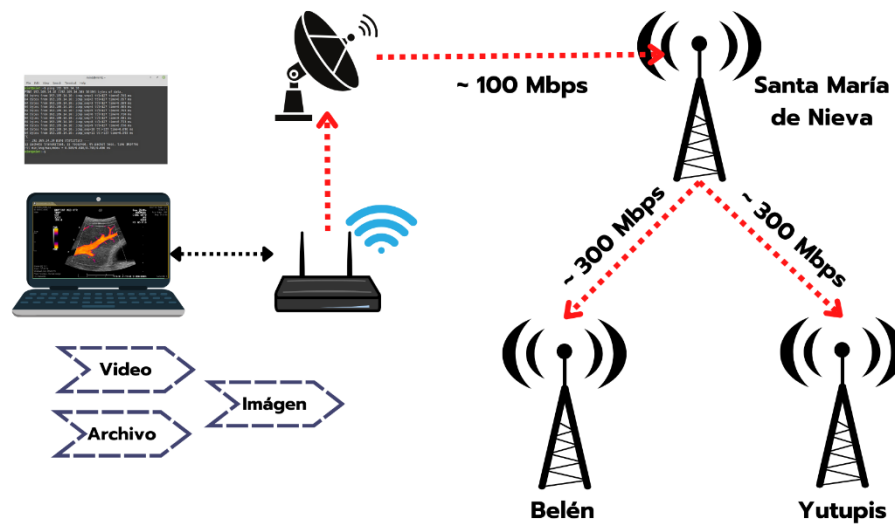
**Tabla 3.5: Resumen de datos de Rango IP, clientes y denominación por antena por cada localidad.**

LOCALIDAD	N° de clientes	Dirección IP	Denominación
<b>NIEVA</b>	2:	172.17.20.X/XX	n01-1-ur1-hregi1
	Hospital Regional	y	y
	y Red de Salud	172.17.19.X/XX	n01-1-ur1-rsalu1
<b>PAGKINSTA</b>	1: Puesto de Salud	172.17.33.X/XX	n02-1-uap1-psalu1
<b>BELÉN</b>	1: Puesto de Salud	172.17.49.X/XX	n03-1-uap1-psalu1
<b>GUAYABAL</b>	1: Puesto de Salud	172.17.65.X/XX	n04-1-uap1-psalu1
<b>YUTUPIS</b>	1: Puesto de Salud	172.17.81.X/XX	n05-1-uap1-psalu1
<b>GALILEA</b>	1: Centro de Salud	172.17.97.X/XX	n06-1-uap1-psalu1

Al tener establecido cada uno de los clientes, se procede a probar la información que será enviada a través de este medio inalámbrico. Para calcular la cantidad de información y tráfico que implica un envío de información (Llámesese información de un paciente) se debe proceder con la medición del tráfico con el router del establecimiento. Mediante la laptop como servidor, se prueba el envío y se calcula cuanto tráfico genera ese archivo en el router. Lo mismo para imágenes, archivos y videos. Siempre hay estimaciones, como por ejemplo los casos de Telefonía G.711. G.711 es un estándar de la ITU-T para la codificación de audio en telefonía, donde este consume aprox. 90 kbps (kilobit por segundos) incluyendo todos sus protocolos, ya que en voz hay 3 protocolos involucrados: Protocolos SIP, RTP/ RTPC [KADAM, 2021].

En el caso de video es igual, se estima o mide el tráfico que consumiría de acuerdo con el códec del video, la resolución, las cabeceras protocolares y demás protocolos paralelos involucrados, donde se podría estimar, de acuerdo con estos datos, entre 300 a 500 kbps. El modelo de transmisión de información, datos, archivos y videos para

un establecimiento de salud a otro como medio de comunicación se esquematiza en la figura 3.11, donde se puede apreciar que se establece el protocolo de WiFi que, para cada envío de información de algún lugar, primero es enviado a la torre de VoIP ubicada en Nieva para ser comunicado a la localidad destino final.



**Figura 3.11: Modelo de comunicación mediante transmisión de datos e información desde router a antena desde un establecimiento de salud a otro.**

## **CAPÍTULO 4**

### **DISEÑO DE LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA E INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **4.1 DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE ATENCIÓN COMO MODELOS DE GESTIÓN E INTEGRACIÓN DEL USO DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA RURAL**

Este modelo de gestión de los servicios de telemedicina debe seguir el esquema general de sistema de red planteado en el proyecto inicial entre establecimientos de salud, centros municipales y centros educativos. Al igual que el protocolo de requisitos de red, este protocolo define la atención en telesalud en el caso de zonas rurales.

##### **4.1.1 Base legal para diseño de protocolo**

El protocolo se desarrolla en base a la base normativa y legal peruana establecida por atención en telesalud, telemedicina, regulación de prestaciones de servicio y las del gobierno regional del Amazonas, específicamente a las siguientes:

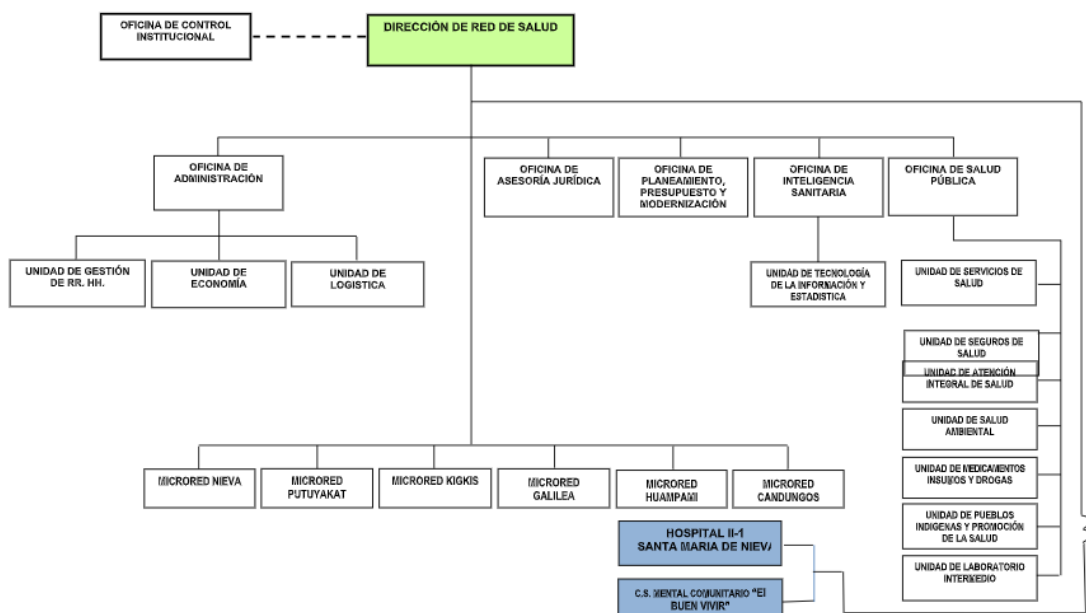
- **Código Prestacional 907 “Atención por Telesalud” brindado en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud – IPRESS de I,II y III de atención:**

- El Seguro Integral de Salud - SIS como Organismo Público Ejecutor del MINSA, es definido como una Institución Administradora de Fondos de Aseguramiento Universal en salud (IAFAS). El aseguramiento universal en salud es un proceso a orientar la disposición de un seguro de salud.
- **Resolución Ministerial N° 365-2008/ MINSA, se aprueba la NTS N° 067-MINSA/DGSP-V.01: “Norma Técnica de Salud en Telesalud”:**
  - Establecer que Telesalud es el servicio de salud que usa Tecnologías de Información y Comunicaciones para lograr los servicios que sean más accesibles a usuarios en áreas rurales o con limitada capacidad resolutive.
  - La optimización de los servicios de atención en salud posibilita el uso de recursos tecnológicos ahorrando recursos y tiempo y facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de especialistas.
- **Decreto Legislativo N° 1303, Decreto Supremo N° 028-2005-MTC y DS 003-2013-JUS:**
  - Se optimizan los procesos vinculados a Telesalud, se aprueba el Plan Nacional de Telesalud y se aprueba la ley de Protección de Datos Personales.
- **Resolución Jefatura N° 231-2017/SIS:**
  - Aprueba la Dir. Administrativa que regula el Registro de las prestaciones brindadas asegurados en el marco de Telesalud SIS en IPRESS públicas.
- **Resolución Ministerial N° 117-2020/MINSA y N° 146-2020/MINSA:**
  - Aprueba la D.A para la implementación y desarrollo de Servicios de Telemedicina Síncrona y Asíncrona.
  - Aprueba la D.A para la implementación y desarrollo de Servicios de Teleorientación y Telemonitoreo.
- **Decreto Legislativo N° 1155, 1156, 1163 y 1168:**
  - Medidas para mejorar calidad del servicio y de interés público el mantenimiento de equipamiento en establecimientos de salud.

- Medidas destinadas a garantizar el servicio público de salud en los casos de riesgo elevado o daño a salud y vida de las poblaciones.
- Disposiciones para el fortalecimiento del SIS.
- Medidas destinadas a mejorar atención de la salud a través de desarrollo y transferencia de tecnologías de la salud.
  
- **ORDENANZA REGIONAL N° 385 GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS/CR:**
  - Aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Dirección de Red de Salud Condorcanqui.
  
- **RESOLUCION EJECUTIVA REGIONAL N° 343-2005-GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS/PR y N° 446-2017- GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS/GR:**
  - Se crea la DIRECCIÓN DE RED DE SALUD CONDORCANQUI.
  - Se crea la Unidad Ejecutora N° 405 Salud Condorcanqui; la cual cuenta con personería jurídica de derecho público, con RUC N° 20487671097.
  
- **Ley general de Salud N° 26842, Norma Técnica de Salud en Telesalud N° 067-MINSA/DG y Ley N° 30421, Ley Marco de Telesalud.**

#### **4.1.2 Marco estándar en telesalud y telemedicina**

Teniendo como principal referente para el diseño del protocolo a la Dirección de Red de Salud Condorcanqui, donde ejercerá sus funciones en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF), donde considera a los determinantes sociales de la salud, enfoques de género, interculturalidad y derechos humanos [GOBIERNO, 2019]. En la figura 4.1 el organigrama de la red salud Condorcanqui permite entender a la estructura orgánica general de la atención en salud en Condorcanqui como pie inicial a la estructura de protocolos de atención en general para los establecimientos de salud de la comunidad.



**Figura 4.1: Organigrama de la Red Salud Condorcanqui [GOBIERNO, 2019].**

Posteriormente para diseñar el protocolo de atención en telemedicina, la referencia aparte de la legal y normativa, son los estándares de protocolos en telemedicina. En la figura 4.2 se resume en 5 pasos el protocolo estándar de atención en telemedicina para hospitales basado en 9 pasos [EL HOSPITAL, 2022]. Este protocolo médico con los 9 pasos implica usualmente:

1. Llamada, atención especializada por auxiliares de enfermería.
2. Solicitud directa al medical Center y registro.
3. Instruir al paciente o familiar del proceso para la atención por brindar.
4. Efectuar exámenes necesarios con las herramientas biomédicas necesarias para telemedicina.
5. Empleo de software de forma adecuada y segura para el uso con los pacientes.
6. Realizar la interconsulta en tiempo real sincrónica.
7. Respuesta de la atención por ambas partes; Receta de medicamentos, exámenes y/o procedimientos posteriores para la rehabilitación.
8. Notificación al médico de nueva fecha de control, registrar e indexar cita al sistema de telemedicina.
9. Mantenimiento y revisión del sistema. Contar con ingeniero de sistemas o biomédico que apoya al manejo de software y hardware biomédico.



**Figura 4.2: Proceso estándar de atención médica en telemedicina.**

### 4.1.3 Diseño de protocolo de atención en Telemedicina

El esquema de organización de red de Salud, junto con los protocolos estándares de atención médica en telemedicina, la base legal y normativa peruana, y finalmente los criterios de diseño junto con el protocolo de cumplimiento de requisitos de red; permite describir el proceso de atención y ejecución de procedimientos de actividades médicas en telemedicina de manera secuencial. Este proceso comprende las acciones ejecutadas por profesionales de la salud mediante uso de las TICs con el objetivo de proporcionar consejería y asesoría al usuario con fines de promoción de la salud, prevención, recuperación o rehabilitación de la situación médica [SAAVEDRA, 2021].

Los protocolos de atención de telesalud comprenden, como fue mostrado en el esquema de la figura 2.1, la telemedicina como principal eje y enfoque en el proyecto, teniendo en cuenta los servicios de asistencia, personal, herramientas y equipos en las localidades de salud definidos. Dentro de este proceso, se definen por ello el protocolo de atención en las 4 áreas determinadas en telemedicina: Teleinterconsulta, telemonitoreo, teleorientación y teleapoyo al diagnóstico. Dentro del proceso del último ítem, este se desarrolla un flujo distinto y con mayor detalle al especializarse en dos procesos de teleatención: Teledermatología y teleecografía. Respecto a los tres primeros procesos de telemedicina, se establece el flujo de procedimiento de cada actividad para la atención en telesalud rural. Tomando como base a los esquemas como

el MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE TELESALUD HOSPITAL II-2 TARAPOTO, los MANUALES DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS DEL CENTRO NACIONAL DE TELEMEDICINA - CENATE de ESSALUD es como se decidió implementar el esquema de protocolo de atención para cada punto.

#### **4.1.3.1 Atención en teleinterconsulta rural**

El proceso de teleinterconsulta fue definido en la sección 2.2 como la consulta a distancia mediante TICs de un personal de salud a un profesional de salud. Para el protocolo definimos el input del objetivo en el proceso, y la salida output será el resultado del proceso si cumple con el objetivo definido. Dentro de este también se detallan el equipo/insumo junto con el personal de salud requerido.

##### **OBJETIVO:**

- Efectuar la correcta asesoría y orientación clínica en el tratamiento y atención del paciente al profesional médico correspondiente al establecimiento de salud determinado.

##### **ALCANCE:**

La atención en teleinterconsulta rural inicia con la solicitud por el teleconsultante, procesado, recibido y registrado por el profesional teleconsultado. Todo soportado a través de las TICs, finalizando con la recepción de información de consulta del usuario y con la impresión de los documentos finales generados para el archivo; dentro de las localidades de atención de salud en Condorcanqui y Nieva.

##### **EQUIPOS E INSUMOS:**

- Oficina/ Consultorio de telemedicina.
- Teléfono fijo o Smartphone (Considerando el uso de VoIP)
- Formato de HIS
- Historia clínica por paciente
- Ficha de atención única de Telesalud
- Laptop con webcam
- Equipo de teleconferencia (webcam, micrófono, audio, etc.)

- Material de ofimática (papel, lapicero, escaneadora, impresora, sello, etc.)
- Herramientas y bibliografía de traducción de lenguas nativas.

#### PERSONAL DE ESTABLECIMIENTO:

- Profesional de la salud médico
- Personal de salud consultante (Técnico, enfermería, etc.)

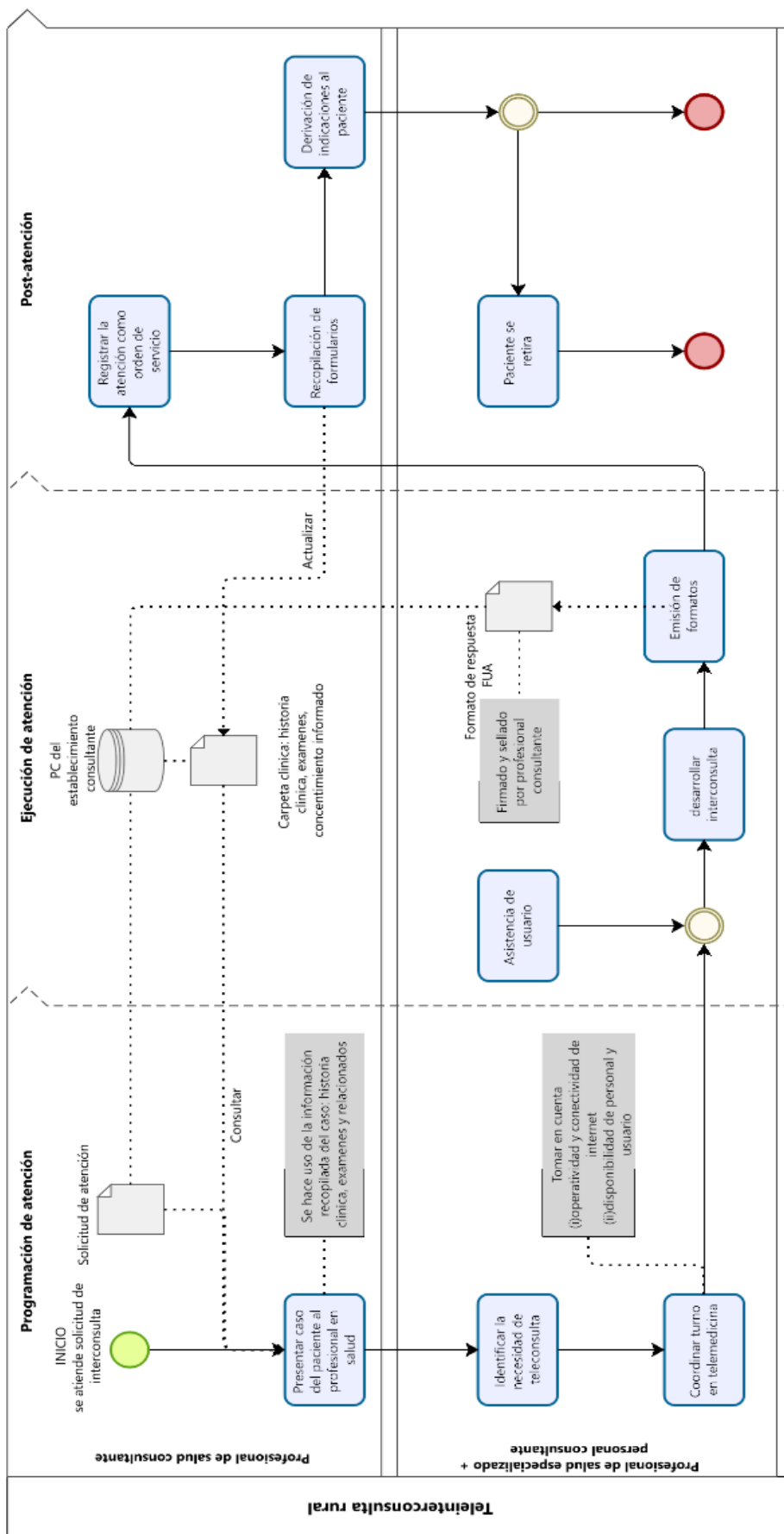
#### PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO PARA TELEINTERCONSULTA RURAL:

1. Presentar al Profesional en Salud Especializado (referencialmente ubicado en el HISMN, Hospital I Santa María de Nieva) del centro teleconsultado, mediante el uso de la información recopilada en la laptop del establecimiento consultante, la historia clínica, exámenes y resultados, junto con gabinete y complementos pertinentes respecto al caso del paciente. Considerar los formatos:
  - a. Solicitud de atención, indicando especialidad, caso y lugar de referencia.
  - b. Consentimiento informado por parte del paciente o familiar firmado por el paciente y profesional de salud (puede ser firmado con huella digital en caso no tenga firma, sobre todo en los casos de pacientes provenientes de comunidades nativas), en caso el paciente sea menor de edad, o un caso distintivo respecto a la identidad, adjuntar ficha de datos complementarios del paciente.
  - c. En caso el usuario no cuente con expediente clínico, por ende sin historia clínica, aperturar uno en caso se amerite junto con los documentos respectivos de información del usuario.
2. De acuerdo con la solicitud y consulta, identificar la necesidad de teleconsulta y definir con el médico especialista la programación de turno en telemedicina, el correcto envío de información y comunicación inalámbrica entre ambos establecimientos de salud, la operatividad y conectividad a la red de internet de los equipos para garantizar la atención, y la disponibilidad para la atención de ambos teleconsultante y teleconsultor.

3. Desarrollar la atención y teleconsulta profundizando los aspectos de interés para obtener mayor detalle y panorama, y poder ampliar los criterios de referencia, historia clínica y de los resultados de evaluaciones y exámenes complementarios.
4. Emitir la impresión diagnóstica sobre el caso presentado, al igual que las indicaciones respecto al paciente, consignadas en el formato FUA de atención con prellenado de información general del usuario. La emisión se realiza de manera virtual al correo correspondiente al personal del establecimiento consultante. Considerar para el registro de atención:
  - a. Registrar en formato de respuesta FUA con el respectivo código y HIS indicando la actividad como “Teleconsulta en línea con código XXXXX desde el establecimiento de salud XXXXX”.
  - b. El documento debe ser firmado y sellado por el profesional que brindó la atención.
5. Se registra la atención como orden de servicio, digitalizando el proceso y se establece el abordaje del caso. Se informa al paciente sobre el diagnóstico y plan de abordaje. Este recibe la información brindada por el profesional en salud teleconsultado del HISMN. Después, el personal de salud teleconsultante completa la información brindada al paciente.
6. Se recopilan los formularios de llenado según indicaciones hechas por el profesional teleconsultado y son derivados al usuario. Se le entrega al paciente el expediente clínico, que incluye historia clínica, formularios y formatos. Finalmente, el usuario abandona el consultorio y procede con las indicaciones de acuerdo con el profesional en salud teleconsultado y al establecimiento de salud.

El flujo del proceso de atención en teleinterconsulta se muestra en la figura 4.3.

Figura 4.3: Flujo de atención en Teleinterconsulta rural.



#### **4.1.3.2 Atención en telemonitoreo rural**

El protocolo de atención en telemonitoreo presentará el mismo procedimiento que atención en teleinterconsulta. Para este proceso se desarrolla el flujo en la figura 4.13 y el protocolo sigue la siguiente secuencia.

##### **OBJETIVO:**

Lograr brindar una atención en salud a distancia al usuario que requiera seguimiento, control y monitoreo de enfermedades prevalentes dentro de la zona rural de Condorcanqui.

##### **ALCANCE:**

La atención por telemonitoreo rural comprende desde la recepción de los pacientes, junto con ubicación respectiva, que necesitan seguimiento hasta la actualización de datos dentro del sistema, dentro de las localidades de atención de salud en Condorcanqui y Nieva.

##### **EQUIPOS E INSUMOS:**

- Oficina/ Consultorio de telemedicina.
- Teléfono fijo o Smartphone (Considerando el uso de VoIP)
- Formato de HIS
- Historia clínica por paciente
- Ficha de atención única de Telesalud
- Laptop con webcam
- Equipo de teleconferencia (webcam, micrófono, audio, etc.)
- Material de ofimática (papel, lapicero, escaneadora, impresora, sello, etc.)
- Herramientas y bibliografía de traducción de lenguas nativas.

##### **PERSONAL DE ESTABLECIMIENTO:**

- Profesional de la salud médico
- Personal de salud consultante (Técnico administrativo, enfermería, etc.)

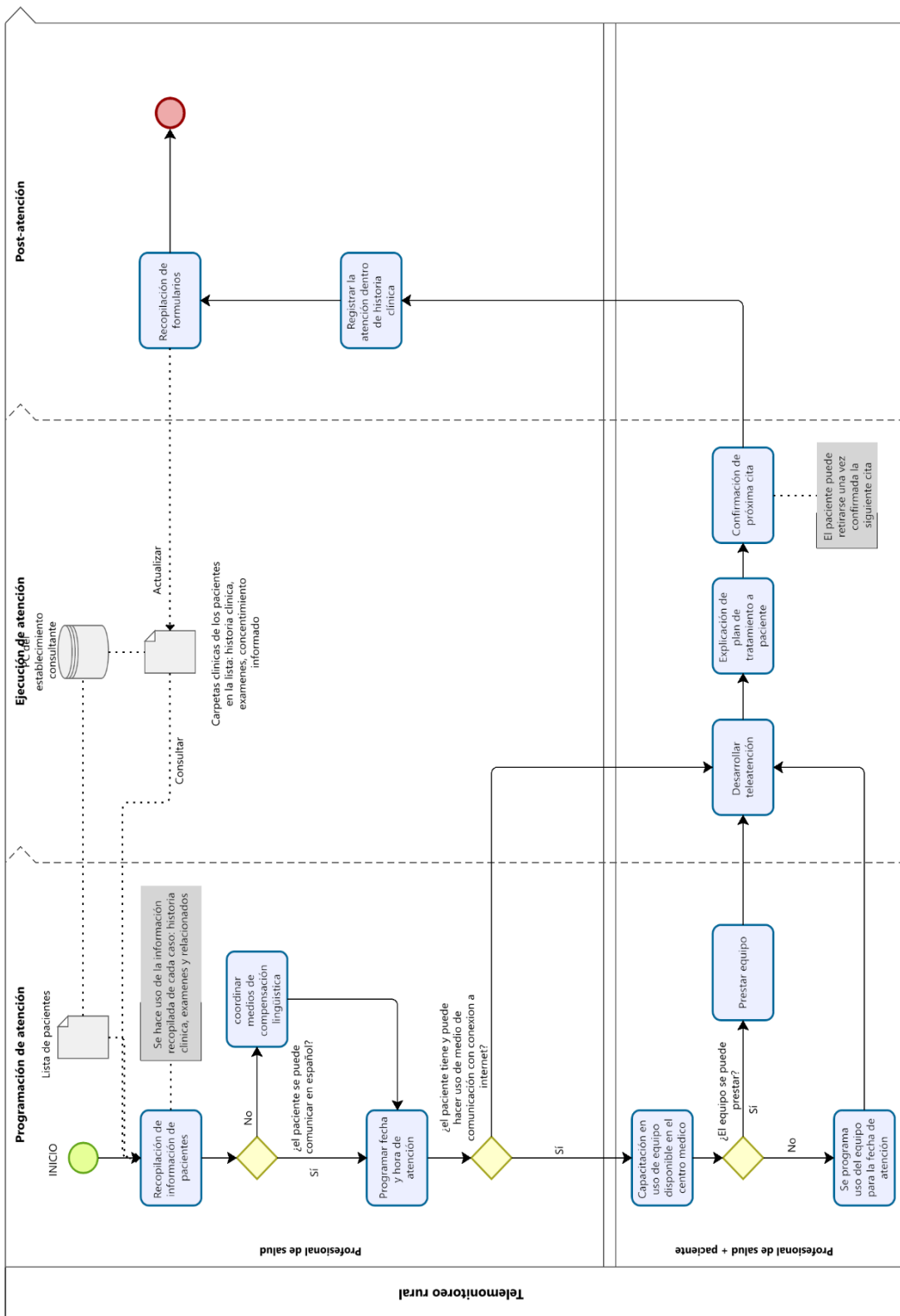
##### **PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO PARA TELEMONITOREO RURAL:**

1. La localidad recibe y revisa las listas de pacientes que requieren telemonitoreo. Se recopila la información del usuario con datos como nombres completos y contacto como número de teléfono en caso tenga. Se revisa la información en la historia clínica, se confirma los datos e informa al paciente. En caso no se tenga historia clínica, crear una con la información disponible y confirmar los datos del paciente, asegurarse una comunicación efectiva en caso el paciente solo sepa comunicarse mediante su lengua nativa.
2. Registrar los datos confirmados y asignar el seguimiento. Programar el servicio de telemonitoreo. Respecto al paciente se realiza una evaluación de condiciones sociales, económicas y tecnológicas. A partir de ese momento se debe informar el día y hora del telemonitoreo, por lo tanto, establecer la conectividad vía teléfono fijo, celular smartphone u otro medio de comunicación virtual. En caso el paciente desconozca el uso de estas tecnologías o simplemente no tenga algún medio de comunicación tecnológico virtual, se le puede apoyar con las herramientas de la siguiente manera:
  - a. Si después de la evaluación de condiciones, el paciente cumple con los criterios de inclusión, se le solicita una firma para consentimiento informado y se procede a una capacitación sobre uso de equipos y herramientas de telemedicina para posterior entrega de equipos para su telemonitoreo. En caso no cumpla, el proceso de monitoreo tendrá que ser presencial en la misma localidad de salud.
  - b. Se realiza la entrega provisional del equipo de comunicación al paciente, este puede ser un teléfono celular o equipo de laptop, al igual que algún equipo biomédico de telemedicina. En caso la localidad no cuente con el equipo de comunicación para prestar, el proceso de monitoreo tendrá que ser presencial en la misma localidad de salud.
3. Una vez programado el servicio y equipados tanto paciente como profesional de salud, se empieza el proceso de teleatención, en relación con la consulta especializada del usuario. El procedimiento empleado es el siguiente:
  - a. Saludo cordial y amable por parte del profesional, revisar la lengua origen del paciente y la forma correcta de comunicación final. Esperar a establecer la comunicación correcta con el paciente y empezar.

- b. Solicitar el motivo de consulta y consentimiento verbal al paciente a la vez de asegurarse que cuente con las herramientas adecuadas para el telemonitoreo.
  - c. Brindar espacio, orientación, consejería, control, seguimiento y tratamiento pertinente al caso recibido, si es necesario expedir la indicación farmacológica como receta única.
  - d. La receta médica única, debe contener la correcta información de los nombres del paciente, edad, n° de historia clínica, código de SIS si es que está asegurado, tipo de usuario, diagnóstico, receta o pedido, la fecha final de atención y sello y firma.
4. Detalle y explicación clara del plan de tratamiento y manejo de la salud del paciente, junto con otras necesidades de salud que puedan resultar de este tratamiento.
  5. Confirmación de próxima cita, recomendaciones, confirmación de dirección de referencia de acuerdo a derivación de medicamentos o centro de salud más cercano (no necesariamente con el que se está comunicando). Despedida con el paciente y finalización de la atención.
  6. Registrar en la historia clínica del paciente la teleatención de Telemonitoreo realizada, llenar la información correspondiente en los FUAT y llenar el formato único de atención del SIS al igual que la hoja de atención HIS completa y el consentimiento informado.
  7. Registrar la atención en el sistema de teleconsultas y derivar la historia clínica al personal técnico administrativo de Telesalud adjuntando los documentos respectivos para el control en el sistema.
  8. Una vez recibido la copia de FUA, el formato de consentimiento informado e historia clínica, entregar el expediente clínico del usuario al área clínica.

De la misma forma que el proceso de teleinterconsulta rural, el esquema de flujo de telemonitoreo se muestra en la figura 4.4.

Figura 4.4: Flujo de atención en Telemonitoreo Rural.



#### **4.1.3.3 Atención en teleorientación rural**

De la misma manera que los otros servicios prestados, los servicios de teleorientación rural siguen el mismo protocolo.

##### **OBJETIVO:**

Lograr brindar una atención en consejería y asesoría en diferentes especialidades como atención y promoción de la salud, prevención de riesgos y enfermedades y recuperación o rehabilitación; mediante las TICs con el fin de cubrir la demanda en orientación en salud, reducir costos y la diferenciación en atenciones dentro de lo que se puede cubrir en los establecimientos de salud planificados en Condorcanqui y Nieva.

##### **ALCANCE:**

La atención por teleorientación rural comprende desde la solicitud de teleorientación por parte de los usuarios hasta el registro de diagnóstico y recomendaciones en la página web de *Teleatiendo* del Minsa, dentro de las localidades de atención de salud en Condorcanqui y Nieva.

##### **EQUIPOS E INSUMOS:**

- Oficina/ Consultorio de telemedicina.
- Teléfono fijo o Smartphone (Considerando el uso de VoIP)
- Formato de HIS
- Historia clínica por paciente
- Ficha de atención única de Telesalud (FUAT)
- Laptop con webcam
- Equipo de teleconferencia (webcam, micrófono, audio, etc.)
- Material de ofimática (papel, lapicero, escaneadora, impresora, sello, etc.)
- Herramientas y bibliografía de traducción de lenguas nativas.

##### **PERSONAL DE ESTABLECIMIENTO:**

- Profesional de la salud médico o no médico.
- Personal de salud consultante (Técnico administrativo, enfermería, etc.)

##### **PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO PARA TELEMONITOREO RURAL:**

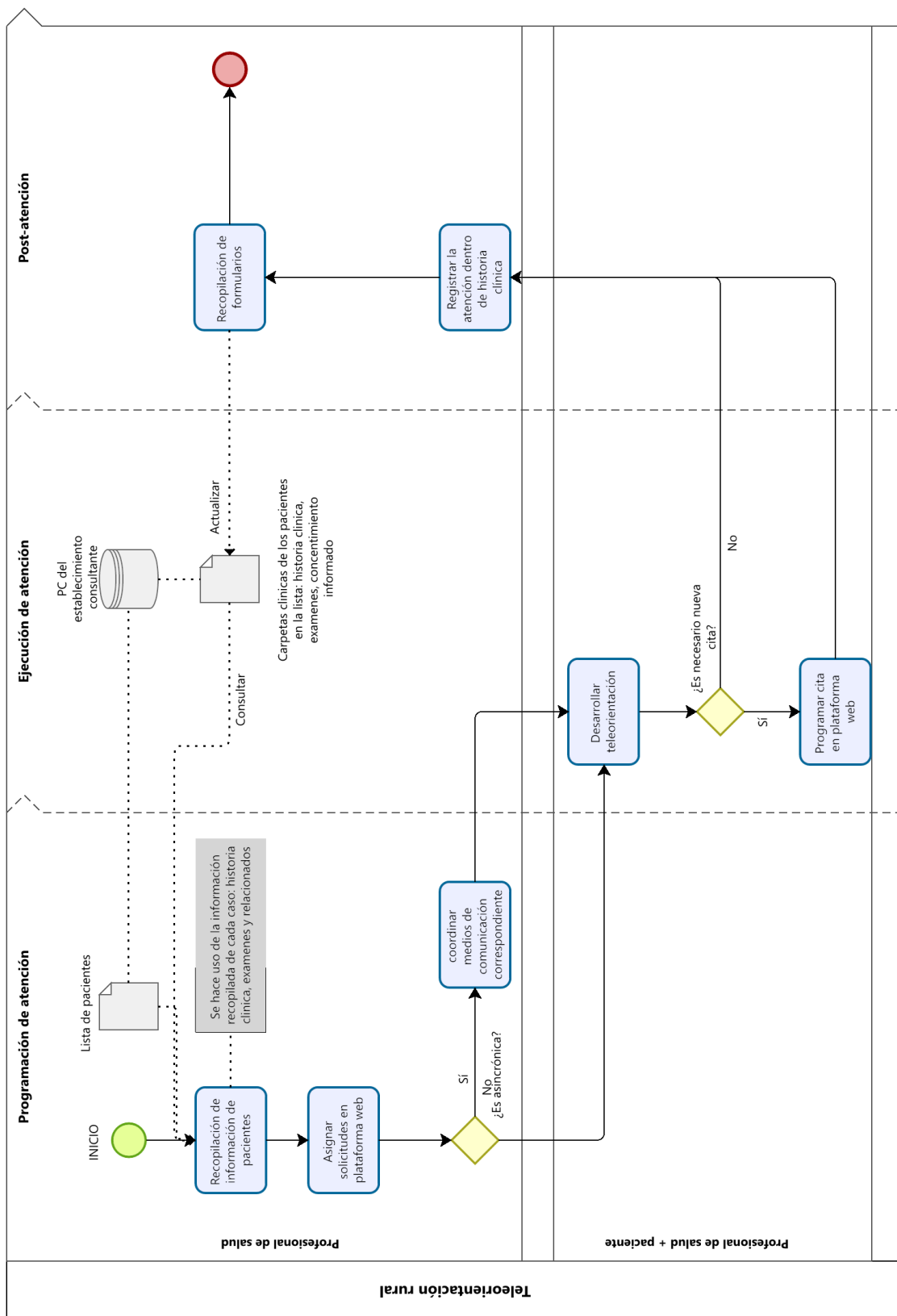
1. Recepcionar la lista de pacientes candidatos para la orientación específica, esta solicitud puede ser vía telefónica o vía la plataforma web *Teleatiendo* del Minsa en la cual los 5 establecimientos forman parte. Al momento de recepcionar la historia clínica con datos relevantes como: Nombre completo del paciente, número de teléfono (si es que tiene).
2. Ingresando a la plataforma web, revisar la lista de pacientes y asignar las solicitudes de acuerdo con la especialidad. Si es asincrónica, revisar las solicitudes, registrar el diagnóstico, recomendaciones e información final en la plataforma web para el usuario.
3. Al ser sincrónica, se apertura la lista de pacientes y establecer la conectividad con el que corresponde mediante teléfono fijo, smartphone u otro medio virtual. Informar al paciente o al usuario que solicitó la atención el día y hora establecido para la teleorientación. Verificar si este cuenta con los medios de comunicación para la teleorientación.
4. Iniciar la teleatención siguiendo este proceso:
  - a. Saludo cordial y amable por parte del profesional de salud, revisar la lengua origen del paciente y la forma correcta de comunicación final. Esperar a establecer la comunicación correcta con el paciente y empezar.
  - b. Solicitar el motivo de consulta y registrar la teleorientación e indicaciones respectivas en la historia clínica.
  - c. Brindar la orientación, consejería y sugerencias pertinentes al caso recibido. Indagar y consultar sobre otras necesidades de salud. Reforzar las indicaciones, y detectar signos y síntomas importantes para acudir a emergencia.
  - d. Indicar pautas en prevención y promoción de la salud, recibir, archivar y reportar quejas o requerimientos del paciente como algún efecto adverso, problema en la atención o respecto a algún medicamento faltante. Registrar toda la información en la plataforma web de *Teleatiendo*.
  - e. Programar si es que es necesaria la siguiente cita de teleorientación. Despedir al usuario y cerrar la atención.

5. Toda la información llenarla en las fichas FUAT y en la hoja de atención diaria HIS, registrando la atención en teleorientación. Indicar los datos del profesional que realizó la teleatención.
6. Registrar la atención tanto en la plataforma del Minsa como en la base de datos del establecimiento de salud. Finalmente devolver la historia clínica con formatos FUAT y HIS a la oficina de telemedicina de Nieva, o del local de salud referente.

Finalmente se muestra el flujo de proceso del protocolo de teleorientación en la figura 4.5.



Figura 4.5: Flujo de atención en Teleorientación Rural.



## **4.2 DISEÑO DE PROTOCOLO DE INTERVENCIONES TECNOLÓGICAS AL DIAGNÓSTICO EN TELEMEDICINA CON ENFOQUE CLÍNICO**

El protocolo de intervenciones tecnológicas para la prestación de servicios de teleayuda al diagnóstico se establecerá de acuerdo con la atención con cada servicio de telemedicina propuesto. En este proyecto se proponen dos métodos mediante telemedicina: Teledermatología y Teleecografía.

### **4.2.1 TELEAYUDA AL DIAGNÓSTICO PARA ENFERMEDADES Y SÍNTOMAS RELACIONADOS A LA PIEL: TELEDERMATOLOGÍA**

La Teledermatología, como práctica de dermatología a distancia, consiste en la atención mediante uso de las TICs para intercambiar información médica respecto a condiciones y enfermedades de la piel, a distancia utilizando la comunicación audiovisual y de datos, incluyendo una interacción entre el personal médico de la localidad con médicos dermatólogos que puedan definir el diagnóstico [ZAVALA, 2011]. El diagnóstico depende en gran parte por la calidad de las imágenes enviadas. El correcto diagnóstico requiere de una visión general acerca de la distribución-localización de las lesiones en la piel, por lo que el procedimiento de captura de imagen y envío debe ser adecuado.

Dentro de las consideraciones para el proyecto, se tiene el Manual Para la Captura de Imágenes Dermatológicas, adjuntado en Anexos. Para ello, este se incluirá en el proceso de telemedicina de teleapoyo al diagnóstico. Los materiales para este proceso son:

- Cámara web o cámara de teléfono móvil.
- Regla o cinta métrica.
- Rotulador fino para la piel.
- Laptop o computador con acceso a Internet y plataformas de telemedicina como Antari.

Dentro del proceso de toma de imágenes, respecto a tipo de lesión dermatológica y zona, y especificaciones clínicas para el correcto procedimiento; finalmente el proceso acaba en la revisión de la calidad de imágenes. Estas son finalmente enviadas al centro de salud donde se encuentra el especialista médico de dermatología.

#### 4.2.2 TELEAYUDA AL DIAGNÓSTICO PARA ENFERMEDADES Y SÍNTOMAS RELACIONADOS A LA SALUD MATERNA Y CONTROL DE GESTANTES: TELE-ECOGRAFÍA

Se ha probado la tele-ecografía en zonas rurales de países del continente africano, donde el proceso incluía la capacitación del personal de salud como operadores para la adquisición de las imágenes, para que la ecografía se de en cualquier contexto a distancia [ROJAS-MEZARINA, 2018]. La funcionalidad de la tele-ecografía en estos casos consiste en que el personal de salud adquiera las imágenes con un sistema de ecografía portátil. Luego, estas imágenes se envían comprimidas y encriptadas a la nube donde el médico especialista puede generar el diagnóstico.

Para el caso en particular, se empleará el uso del Sistema de Ecografía Philips Lumify, el cual ofrece ecografía basada en aplicativo de celular y proporciona una interfaz intuitiva que ayuda en la toma de decisiones y favorece la confianza en el tratamiento [DRAKE, 2021].

Las tecnologías requeridas para la tele-ecografía son un ecógrafo, un sistema de adquisición de imágenes y un sistema de diagnóstico. Estas características ayudarán en el proceso con los controles de gestación, que son parte de los procedimientos clínicos con pacientes más frecuentes en las zonas donde se establece el proyecto. Sobre todo, se debe tener en cuenta para estos procesos que el control y seguimiento debe ser continuo, el MINSA recomienda 6 controles en el periodo de gestación. Una recomendación protocolar en base a ello planteada en el caso de Napo [CAF, 2019], donde plantea dos controles:

- **Primer Control: Desde el primer contacto con la paciente**
  - Primer control a toda mujer embarazada, independiente de edad gestacional en su primera visita, idealmente en primer trimestre.
  - Tele-Ecografía abdominal con número de sacos gestacionales, vitalidad fetal y dataje de gestación. Análisis de Sangre y Orina si es que el establecimiento de salud tiene capacidad para realizar estos exámenes.
- **Segundo Control: Tercer trimestre**
  - El segundo control se realizará para las semanas 34-38 de gestación, con atención integral y exploración física habitual.
  - Análisis de serologías, hemoglobina, glucosa y orina de acuerdo si el establecimiento de salud tiene la capacidad de realizar estos exámenes. Ecografía Abdominal para localización de placenta, estática fetal, biometría fetal y valoración de vitalidad fetal.

#### 4.3 PRUEBAS PILOTO DE IMPLEMENTACIÓN EN CAMPO

Por propósitos del proyecto, se desarrolló en campo los trabajos de implementación, instalación de servidor-cliente y pruebas de conectividad piloto para concretar los planes de atención en telesalud y telemedicina en noviembre del 2022.

El equipo de la GTR-PUCP estuvo visitando, instalando y montando las torres de telecomunicaciones como servidores y repetidoras, a la vez que implementando los clientes en ciertas zonas. Ahora este plan complementario en noviembre 2022 inicia

desde Santa María de Nieva con la finalización de instalación de la torre de telecomunicaciones principal e instalación de gabinetes de clientes de Nieva para establecer la comunicación vía protocolos VoIP y próximamente Wi-Fi.

Después de ello se establecerán las pruebas de servidor y cliente en las zonas objetivo, empezando desde Santa Rosa de Pagkintsa y hasta Puerto Galilea.

Dentro del tiempo empleado en campo, se pudo solo realizar la colaboración en levantamiento y conexión de estación servidor-repetidor en la torre de Nieva, en la torre de Santa Rosa de Pagkintsa, implementación y conexión de cinco estaciones clientes, dentro de las cuales se encuentra el Hospital Regional Santa María de Nieva, la red de Salud Condorcanqui en Nieva, y el puesto de salud de Santa Rosa de Pagkintsa.

#### 4.3.1 Implementación de estaciones cliente

Como se estableció en el capítulo 3.5, se implementaron las estaciones cliente mediante el procedimiento indicado en el proyecto general, donde se completaron los gabinetes y se ubicaron estratégicamente. Para el caso del Hospital Santa María de Nieva, se ubicó este en el área de pediatría, debido a ser la oficina y sala de consulta principal más espaciosa, considerando también que antes en esa sala se ubicaban los procedimientos de telemedicina del hospital. En cuanto a la Red de Salud, los gabinetes se ubicaron en la oficina de informática y comunicaciones.



**Figura 4.6: Proceso de implementación y conexión de estaciones cliente en a) Hospital I Santa María de Nieva y b) Red de Salud Condorcanqui - Nieva.**

Se procedió también con la configuración y conexión de energía fotovoltaica y protección eléctrica; al considerar los casos de establecimientos de salud, se siguió la

norma técnica de salud NTS N° 110 MINSA/DGIEM-V01 de “Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del segundo nivel de atención” para el hospital, considerando el armado de pozo a tierra con señalización de peligro eléctrico, suministrar el sistema de protección con pararrayos, y como en la zona existe mucha volatilidad de energía eléctrica y la naturaleza brinda vientos con lluvia fuerte o brillo solar intenso, se establece el sistema de energía fotovoltaica mediante paneles solares. En los anexos se puede apreciar la instalación y ubicación de estas en los clientes. Finalmente el resultado debe ser por cada cliente como muestra la figura 4.7, pues las conexiones completas se muestran sin el router en la parte superior izquierda debido a ciertos cambios de configuración que debe establecerse, al igual que en la pared izquierda o derecha de los gabinetes se instalan los teléfonos para proceder con la comunicación VoIP y empezar los primeros procesos de telemedicina.



**Figura 4.7: Gabinetes de estaciones clientes finalizados en fase inicial: a) Teléfono para comunicación VoIP instalado. b) Cableado interno para consumo de energía por baterías, conexión a Access Point, ATA y baterías.**

#### **4.3.2 Levantamiento y configuración de servidor en torre**

El trabajo en campo también comprendió el apoyo a la configuración final de la torre de telecomunicación ubicada en Nieva, donde la configuración del gabinete es similar

a la de las estaciones clientes, pero en este caso las conexiones internas implican mayor cableado y energización, incluido un sistema de ventilación. Por otro lado, toda la preparación de la torre incluye artefactos adicionales como triángulos antirrotación, vientos, colocación de antenas que apunten a cada cliente correspondiente, y un cerco alrededor del gabinete por seguridad junto con un pozo a tierra. En la figura 4.8 se puede visualizar el exterior de la torre, gabinete, paneles solares y cerco respecto a la localidad de Nieva.



**Figura 4.8: Sistema de Torre de Telecomunicación con estación servidor incluyendo gabinetes, cerco de seguridad y paneles solares ubicado en Nieva.**

### **4.3.3 Visita y Acuerdos con los establecimientos de salud**

Durante el trabajo tanto en la Red de Salud como en el Hospital Santa María de Nieva, se pudo conversar con el personal de salud incluyendo doctores, enfermeras, técnicos y finalmente con el ex director de la Red de Salud, y con el actual director del Hospital I Santa María de Nieva.

Las reuniones y acuerdos eran para plantearles y consultarles respecto al proyecto que se está realizando, junto con el plan de telemedicina propuesto en este trabajo, para recopilar información de retroalimentación y sobre todo, para conocer el nivel de aceptación de ambas instituciones como usuarios del sistema propuesto de telesalud y telemedicina rural.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del trabajo en campo se reflejan en la cantidad y efectividad de implementaciones de estaciones cliente. Como resultado, se tuvieron con éxito la finalización de 4 estaciones clientes donde 2 de ellas pertenecen a los clientes Hospital Regional de Nieva HISMN y Red de Salud Condorcanqui, ambas ubicadas en la localidad de Nieva. Es importante reconocer que se finalizó con éxito la microrred (El Hospital HISMN) que operará la comunicación con todos los demás puestos y centros de salud objetivos de la comunidad.

El resultado de las estaciones clientes como gabinete debe figurar como en la figura 5.1 con la configuración de ambos gabinetes cliente completados, solo con el router pendiente para la finalización del proceso.



**Figura 5.1: Gabinete y conexión interna de estación cliente completado.**

Debe considerarse que también se completó con éxito las conexiones de teléfono para el procedimiento VoIP, en ambos casos con el teléfono ubicado en la pared de los gabinetes. Solo en el caso del hospital HISMN se dio uso a 2 teléfonos, uno ubicado en el gabinete y otro ubicado en la sala de emergencias del hospital, como muestra la figura 5.2.



**Figura 5.2: a) Gabinete de estación cliente completado junto con el teléfono VoIP. b) Conexión de teléfono VoIP ubicado hasta la sala de emergencias del HISMN.**

Los resultados de que la conexión, tanto como el armado en torre, sean un éxito se demuestra en las pruebas de conectividad a comprobar con el comando PING. El proceso es enviar y hacer ping a la otra interfaz del enlace, se observa si hay respuesta debido a la regularidad de ambos pings, generalmente oscila entre 2 y 9 ms en un enlace aceptable, no se debe observar la pérdida de paquetes.

En base a esto, se puede demostrar si existe una conexión y envío de paquetes entre dos terminales para conocer que su comunicación es efectiva y así proceder con el plan de telemedicina rural. Para el caso, ambos casos tanto del HISMN como el de la Red de Salud fueron un éxito, demostrando en las figuras 5.3 y 5.4 donde la comunicación se completó desde el router ubicado en la torre de telecomunicación instalado de Nieva hacia la antena de cada uno de estos clientes respectivos.

```

admin@2C:C8:1B:80:E9:71 (n01-1-br1) - WinBox (64bit) v6.47.9 on RB4011GS+ (arm)
Session Settings Dashboard
Safe Mode Session: 2C:C8:1B:80:E9:71
Terminal <|>
[admin@n01-1-br1] > ping 10.11.11.50
SEQ HOST          SIZE TTL TIME STATUS
0 10.11.11.50     56 64 0ms  S
1 10.11.11.50     56 64 0ms  S
2 10.11.11.50     56 64 0ms  S
3 10.11.11.50     56 64 0ms  S
4 10.11.11.50     56 64 0ms  S
5 10.11.11.50     56 64 0ms  S
6 10.11.11.50     56 64 0ms  S
7 10.11.11.50     56 64 0ms  S
8 10.11.11.50     56 64 0ms  S
9 10.11.11.50     56 64 0ms  S
10 10.11.11.50    56 64 0ms  S
11 10.11.11.50    56 64 0ms  S
12 10.11.11.50    56 64 0ms  S
13 10.11.11.50    56 64 0ms  S
14 10.11.11.50    56 64 0ms  S
15 10.11.11.50    56 64 0ms  S
16 10.11.11.50    56 64 0ms  S
17 10.11.11.50    56 64 0ms  S
18 10.11.11.50    56 64 0ms  S
19 10.11.11.50    56 64 0ms  S
sent=20 received=20 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
SEQ HOST          SIZE TTL TIME STATUS
20 10.11.11.50     56 64 0ms  S
21 10.11.11.50     56 64 0ms  S
22 10.11.11.50     56 64 0ms  S
23 10.11.11.50     56 64 0ms  S
24 10.11.11.50     56 64 0ms  S
25 10.11.11.50     56 64 0ms  S
26 10.11.11.50     56 64 0ms  S
27 10.11.11.50     56 64 0ms  S
28 10.11.11.50     56 64 0ms  S
29 10.11.11.50     56 64 0ms  S
30 10.11.11.50     56 64 0ms  S
31 10.11.11.50     56 64 0ms  S
32 10.11.11.50     56 64 0ms  S
33 10.11.11.50     56 64 0ms  S
34 10.11.11.50     56 64 0ms  S
35 10.11.11.50     56 64 0ms  S
sent=36 received=36 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
[admin@n01-1-br1] >

```

**Figura 5.3: Configuración de conectividad PING mediante el servidor- torre de Nieva hacia la antena correspondiente al Hospital HISMN.**

```

admin@2C:C8:1B:80:E9:71 (n01-1-br1) - WinBox (64bit) v6.47.9 on RB4011GS+ (arm)
Session Settings Dashboard
Safe Mode Session: 2C:C8:1B:80:E9:71
Terminal <|>
[admin@n01-1-br1] > ping 10.11.11.34
SEQ HOST          SIZE TTL TIME STATUS
0 10.11.11.34     56 64 0ms  S
1 10.11.11.34     56 64 0ms  S
2 10.11.11.34     56 64 0ms  S
3 10.11.11.34     56 64 0ms  S
4 10.11.11.34     56 64 0ms  S
5 10.11.11.34     56 64 0ms  S
6 10.11.11.34     56 64 0ms  S
7 10.11.11.34     56 64 0ms  S
8 10.11.11.34     56 64 0ms  S
9 10.11.11.34     56 64 0ms  S
10 10.11.11.34    56 64 0ms  S
11 10.11.11.34    56 64 0ms  S
12 10.11.11.34    56 64 0ms  S
13 10.11.11.34    56 64 0ms  S
14 10.11.11.34    56 64 0ms  S
15 10.11.11.34    56 64 0ms  S
16 10.11.11.34    56 64 0ms  S
17 10.11.11.34    56 64 0ms  S
18 10.11.11.34    56 64 0ms  S
19 10.11.11.34    56 64 0ms  S
sent=20 received=20 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
SEQ HOST          SIZE TTL TIME STATUS
20 10.11.11.34     56 64 0ms  S
21 10.11.11.34     56 64 0ms  S
22 10.11.11.34     56 64 0ms  S
23 10.11.11.34     56 64 0ms  S
24 10.11.11.34     56 64 0ms  S
25 10.11.11.34     56 64 0ms  S
26 10.11.11.34     56 64 0ms  S
27 10.11.11.34     56 64 0ms  S
28 10.11.11.34     56 64 0ms  S
29 10.11.11.34     56 64 0ms  S
30 10.11.11.34     56 64 0ms  S
31 10.11.11.34     56 64 0ms  S
32 10.11.11.34     56 64 0ms  S
33 10.11.11.34     56 64 0ms  S
34 10.11.11.34     56 64 0ms  S
35 10.11.11.34     56 64 0ms  S
sent=37 received=37 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
[admin@n01-1-br1] >

```

**Figura 5.4: Configuración de conectividad PING mediante el servidor- torre de Nieva hacia el cliente - antena correspondiente a la red de Salud Condorcanqui.**

Respecto al flujo y protocolos de atención en telemedicina rural fue presentado oportunamente a la organización EHAS, al igual que se estableció la comunicación respectiva con los pobladores y comunidades nativas de cada distrito de zona de establecimiento de salud al que se visitó.

Las respuestas de ellos frente a la propuesta fueron positivas. Sin especificar, en general hubo una fuerte aceptación y agradecimiento, aunque a la vez desconocimiento parcial respecto a lo que se iba a realizar.

En cuanto a las visitas, conversaciones y acuerdos con la microrred, el Hospital HISMN, se tuvo como resultado una aceptación del plan de telemedicina propuesto en el presente trabajo de tesis. En los anexos se adjunta el acuerdo firmado por el director del hospital donde se acepta el plan de telemedicina propuesto.

Estos resultados demuestran el trazado de un buen camino de éxito para el plan general de telecomunicaciones rurales y sobre todo, del plan de telesalud y telemedicina en las zonas de la cuenca del Río Santiago.



## CONCLUSIONES

Dentro del presente proyecto y tras los objetivos planteados en él, se presentan las siguientes conclusiones:

- El presente trabajo, junto con la propuesta general del proyecto de conectividad, plantea un reto grande para el ámbito de la transformación digital, desarrollo de TICs en zonas aisladas del Perú y contribución a la salud de quienes más lo necesitan hoy en día.
- Este planteamiento y desarrollo de soluciones ayudan a que el personal que trabaja en las instituciones públicas rurales pueda recibir apoyo remoto y acceder a contenidos y herramientas online de su ámbito, mejorando así el servicio público ofrecido para cambiar la perspectiva de la atención médica pública y rural en el Perú.
- El trabajo en campo, como el trabajo del proyecto general, ha sufrido demasiadas complicaciones y retrasos, como retos que afrontar por factores externos, sean por el ambiente de la zona, por incidencias y factores de la naturaleza, por parte de las propias comunidades, por problemas de infraestructura y localización, que al final nos lleva a la conclusión que este tipo de proyectos y trabajos implica el saber afrontar y dar soluciones, muchas veces en el ámbito ingenieril, para el éxito de estos.
- La clave de la innovación en salud reside en la provisión de equipamiento y capacidades humanas para realizar pruebas determinantes para la detección de riesgos en lugares con pocos medios y recursos, en este caso se determinaron servicios de telemedicina junto con servicios de apoyo al diagnóstico en telemedicina que al final se enfocan en el cuidado de la salud materna neonatal.
- Al tener la conexión efectiva entre los clientes y servidores, más la aprobación del HISMN como microrred para avanzar este plan, se concluye que el proyecto inicial planteado en esta tesis fue completado satisfactoriamente.
- Las comunidades de Belén, Guayabal, Yutupis y Puerto Galilea no pudieron ser visitadas por cuestiones de tiempo y recurso, la comunidad de Pagkintsa se encuentra en implementación de servidor torre; sin embargo, se tiene enfocado

la culminación y priorización de las estaciones cliente de estas localidades para poder empezar las pruebas del plan y flujo de servicios de telemedicina rural.

- No se realizó un análisis de costos respecto al proyecto, porque si bien hubo gastos en el proyecto general relacionado a los equipos, conexiones, suministro de energía, protección eléctrica, infraestructura, transporte etc; varios de ellos no competen con este proyecto en particular ya que está enfocado inicialmente en el diseño y una implementación en fase inicial de los servicios de telesalud y telemedicina rural.
- Se cumplieron en su totalidad con los objetivos tanto general como específicos del presente trabajo de tesis, confirmando así la culminación de este trabajo y considerando que aún hay mucho por trabajar para completar el proyecto general y lograr implementar en su totalidad, y no solo de fase inicial, el plan de telesalud y telemedicina rural en las localidades de la cuenca del Río Santiago.



## RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO

### En cuanto a recomendaciones se tienen las siguientes:

- Se sugiere que, así como se estableció la conexión efectiva entre el HISMN y la Red de Salud, se hagan las pruebas de conectividad adecuadas con el resto de clientes de las demás localidades para poder evaluar correctamente las conexiones e implementaciones de servidores y cliente.
- Una vez acabado el plan de conectividad tanto en los servidores de torre como en los clientes, se recomienda evaluar y realizar pruebas de VoIP con los teléfonos ubicados en cada localidad, para poder corroborar el funcionamiento correcto de los teléfonos operativos.
- Se recomienda encontrar y contactar a la empresa prestadora de servicios móviles y de internet para poder establecer correctamente los servicios de telefonía e internet en el resto de las localidades a futuro.
- Una vez acabada las pruebas de funcionamiento y antes de empezar a funcionar el plan de telemedicina, se debe capacitar e informar adecuadamente al personal de salud y administrativo de los establecimientos de salud sobre la red de telesalud, y los servicios de telemedicina a implementar.
- Se recomienda evaluar la logística y organización de los equipos a instalar antes de su transporte y distribución, al igual que se recomienda organizar la elaboración de los planes de telemedicina con respecto al equipamiento médico que se usará, considerando los lugares, población, enfermedades de la zona y personal de salud.
- Se tiene conversaciones con la empresa GMV para el uso de la plataforma de telemedicina Antari en los establecimientos de salud de la cuenca, se recomienda concretar el acuerdo para poder agregar el uso de la plataforma al plan de flujo de telemedicina rural.
- La última recomendación corresponde a que, en base a la experiencia en campo, siempre será de gran utilidad para la evaluación y planificación de sistemas de telemedicina y telesalud rural.

**Trabajos a futuro:**

- Dentro de los trabajos a futuro, lo inicial es continuar con el proyecto en la parte de acabar y configurar todas las estaciones cliente correspondientes a establecimientos de salud de Pagkintsa, Belén, Guayabal, Yutupis y Galilea.
- Culminar la parte de implementación con las pruebas de conectividad, pruebas de VoIP y Ping con las demás localidades y establecimientos de salud.
- Identificar al personal de salud de cada establecimiento que serían personales de telemedicina. Una vez hecho, formar, capacitar e ir informando acerca del flujo de los tres procesos de atención en telemedicina a cada personal.
- Continuar y culminar el flujo de ayuda al diagnóstico mediante teledermatología y tele-ecografía analizando las zonas clave donde prestar los servicios.
- Empezar los protocolos de telemedicina solo mediante VoIP, y probar su funcionamiento en pruebas piloto con pacientes, asegurar la correcta seguridad y envío de información, y probando las plataformas del MINSA, o en todo caso la de Antari en caso se tenga preparada para incluirlo en el plan.
- Asegurar la confianza y aceptación tanto de los usuarios como de los pacientes y comunidades Awajun y Wampis pertenecientes al resto de comunidades faltantes en este proceso de atención en salud mediante TICs.
- Si el proyecto tiene éxito, replicar el modelo y plantear a futuro para otras localidades rurales el mismo tipo de atención, y así poder salvaguardar vidas de poblaciones en situaciones de vulnerabilidad gracias al uso de la telesalud, la telemedicina y los equipos biomédicos que implican estos sistemas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [ALLPAS-GOMEZ, 2019] Allpas-Gómez, H. L. (2019). Telesalud y Telemedicina, el presente y perspectivas futuras en el Perú y el mundo. *Revista Peruana de Investigación en Salud*, 3(3), 99-100.c
- [ASSEMBLY, 2015] Assembly, G. (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 11 September 2015. A/RES/69/315 15 September 2015. New York: United Nations.
- [BELLO, 2000] Bello, Á., & Rangel, M. (2000). Etnicidad," raza" y equidad en América Latina y el Caribe.
- [BOYD, 2019] Boyd, C. (2019). Trayectorias de las mujeres jóvenes en el Perú rural. Reflexiones para las políticas públicas y el desarrollo rural a partir de los censos de población (1961-2017).
- [BUREAU, 2010] Bureau, P. (2010). World population data sheet. *Population reference bureau*.
- [BURNEO, 2018] Burneo Mendoza, R. (2018). Territorio Integral Indígena, una propuesta awajún. Iztapalapa. *Revista de ciencias sociales y humanidades*, 39(85), 33-57.
- [CAF, 2019] CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). PROTOCOLO DE ATENCIÓN PARA CONTROL DE GESTANTES. Proyecto “Embarazo Saludable: Cuidado Pre-Natal en una Mochila”. Napo, Loreto (Perú). Setiembre de 2018.
- [CARRIÓN, 2019] Carrión Padilla, K. L. (2019). Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable para las comunidades nativas de San Juan, distrito de Río Santiago, provincia de Condorcanqui-Departamento Amazonas.
- [CASTAÑEDA, 2017] Castañeda-Hernández, M. A. (2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus vínculos con la profesión de enfermería. *Revista de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 25(3), 161-162.
- [CEPLAN, 2011] Ceplan, P. (2011). Plan Bicentenario: el peru hacia el 2021. *Lima, Perú, marzo de 2011*.
- [CHANG, 2015] Chang Falla, C. A. F. B., & Reyes Guzmán, A. G. (2022). Nivel de conocimientos sobre telemedicina en internos de medicina de Lambayeque–2021.
- [CHAPARRO, 2015] Chaparro D., Análisis, Diseño y Control de un Manipulador Paralelo 3-SPS-1S Utilizado en Aplicaciones de Seguridad. Tesis de Maestría del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 23 de Julio de 2015.
- [CURIOSO, 2020] Curioso, W. H., & Galán-Rodas, E. (2020). El rol de la telesalud en la lucha contra el COVID-19 y la evolución del marco normativo peruano. *Acta Médica Peruana*, 37(3), 366-375.

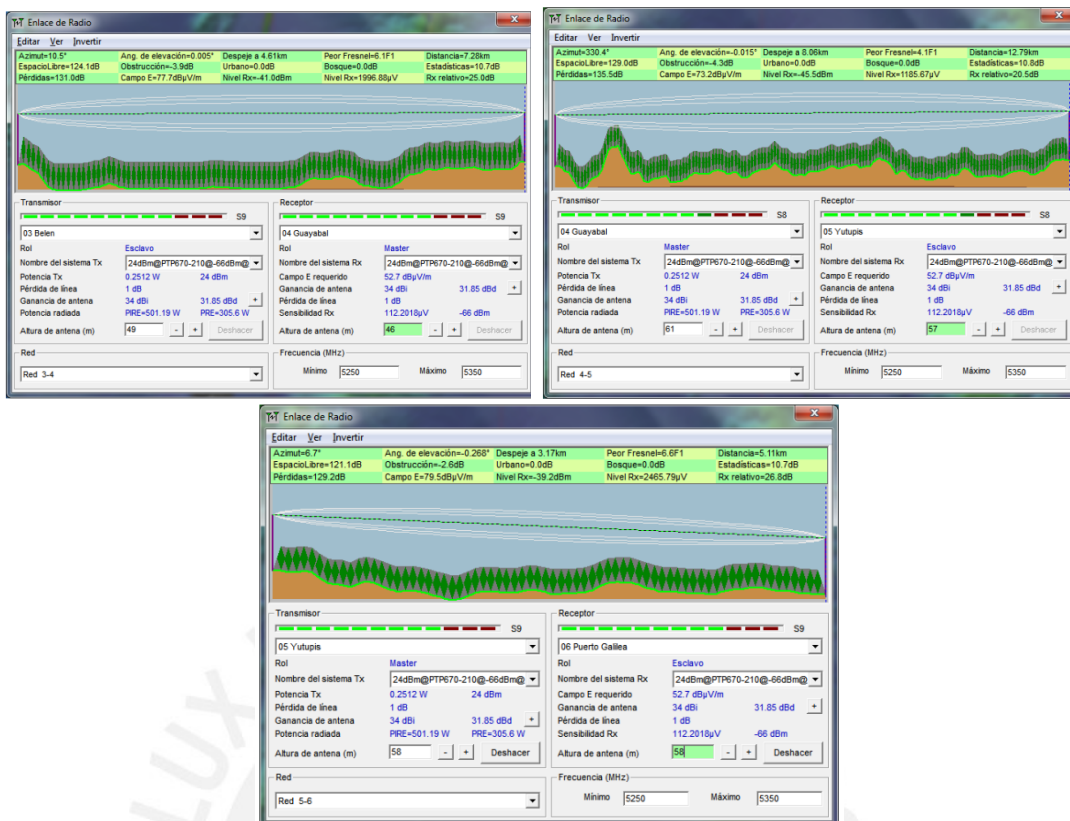
- [CURIOSO, 2008] Curioso, W. H. y otros (2008). “eHealth in Peru: a country case study”, *Making the eHealth connection: global partnerships, local solutions* [en línea].
- [CF, 2015] Cf, O. D. D. S. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA.*
- [DE ALMEIDA, 2013] De Almeida Costa, C., de Souza, P. E., Wen, C. L., Böhm, G. M., & Mota, M. E. C. (2013). Telesalud en la Amazonía: implementación, resultados y perspectivas. *Desarrollo de la telesalud en América Latina*, 397.
- [DEPERU, 2022] DePeru.com (2022). Establecimientos de Salud - Gbno. Regional - Minsa en la Región de Amazonas. <https://www.deperu.com/salud-nacional/establecimientos-de-salud-gbno-regional-minsa/amazonas>
- [DRAKE, 2021] Drake, A. E., Hy, J., MacDougall, G. A., Holmes, B., Icken, L., Schrock, J. W., & Jones, R. A. (2021). Innovations with tele-ultrasound in education sonography: the use of tele-ultrasound to train novice scanners. *The ultrasound journal*, 13(1), 1-8.
- [EL HOSPITAL, 2022] El Hospital. (2022). Protocolos de atención médica en telemedicina. El Hospital. Recuperado de <https://www.elhospital.com/es/blog/protocolos-de-atencion-medica-en-telemedicina>
- [EL PERUANO, 2013] DIARIO EL PERUANO (2013). DECRETO SUPREMO No 006-2013-MTC. De: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4485.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4485.pdf)
- [ESPINOZA, 2010] Espinoza Avalos, S. (2010). Estudio de viabilidad técnica y económica para la migración de redes WiFi a WiMAX en entornos Rurales.
- [ESTRADA, 2010] Estrada, A. M. Q., González, L. W. H., Dumitrescu, L., & Rodríguez, R. P. (2010). Experiencias en la selección de aceros asistida por computadoras en la carrera de ingeniería mecánica. *Ciencias Holguín*, 16(1), 1-12.
- [EVANGELIO, 2004] Evangelio, R. M. (2004). Programa Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS): un modelo viable de telemedicina adaptada a zonas rurales de América Latina. *Las TIC al servicio del desarrollo humano. Antena de telecomunicación*, (156), 43-46.
- [FEO, 2006] Feo O, Chávez D, Guerra H, Martínez A, Villaroel V, Vera J, et al. (2006) *Memoria del Proyecto EHAS- @LIS 2003-2006. 1ra ed. Lima.*
- [GARCÍA REY, 2021] García Rey, A. B., & Fundación, E. H. A. S. (2021). Innovación social con conectividad y salud: Telefonía celular 3G y atención materno-infantil en comunidades del Amazonas peruano.
- [GIRÓN, 2016] Girón, A. (2016). Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030: Frente a las Políticas Públicas y los cambios de Gobierno en América Latina. *Problemas del desarrollo*, 47(186), 3-8.
- [GOB, 2017] GOB.PE (2017). REPORTE DE INDICADORES - DEPARTAMENTO AMAZONAS – PROVINCIA CONDORCANQUI – DISTRITO RÍO SANTIAGO - GEOPERÚ. Gob.pe. De: [https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta\\_Provincia.php?olayer=peru\\_provincia&ocampo=cod\\_prov&ovalor=0104](https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta_Provincia.php?olayer=peru_provincia&ocampo=cod_prov&ovalor=0104)

- [GOB.PE, 2017] GOB.PE (2017). REPORTE DE INDICADORES - DEPARTAMENTO AMAZONAS – GEOPERÚ. Gob.pe. De: [https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta\\_Departamento.phtml?olayer=peru\\_departamento&ocampo=cod\\_dpto&ovalor=01](https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta_Departamento.phtml?olayer=peru_departamento&ocampo=cod_dpto&ovalor=01)
- [GOBIERNO, 2019] GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS. DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMAZONAS. (2019). REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES (ROF). RED DE SALUD CONDORCANQUI. Santa María de Nieva, Abril 2019.
- [GOMEZ, 2018] Gomez Arias, G. L. D. C. (2018). Efectos del Seguro Integral de Salud sobre el estado de salud: aplicación de regresión discontinua.
- [GTR-PUCP, 2011] GTR-PUCP. Grupo de Telecomunicaciones Rurales. (2011). Redes Inalámbricas para Zonas Rurales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Segunda Edición.
- [GTR-PUCP, 2019] GTR-PUCP. Grupo de Telecomunicaciones Rurales. (2019). Diseño de una Solución de Conectividad para la Cuenca del río Santiago. URL: <http://gtr.telecom.pucp.edu.pe>
- [IBUJÉS, 2019] Ibutés Villacís, J. M., & Franco Crespo, A. A. (2019). Uso de las TIC y relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 37-53.
- [KADAM, 2021] Kadam, P., Kulkarni, M., & Gaikwad, V. (2021, October). Bandwidth Management for VoIP Calling Through Asterisk. In 2021 2nd Global Conference for Advancement in Technology (GCAT) (pp. 1-6). IEEE.
- [KIDHOLM, 2012] Kidholm, K., Ekeland, A. G., Jensen, L. K., Rasmussen, J., Pedersen, C. D., Bowes, A., ... & Bech, M. (2012). A model for assessment of telemedicine applications: mast. *International journal of technology assessment in health care*, 28(1), 44-51.
- [MÁ-CARDENAS, 2021] Má-Cárdenas, L. F., Tellez-Gutierrez, C., Carrasco-Buitrón, A., Inglis-Cornejo, A. C., Romero-Arzapalo, M., López-Artica, C., ... & Timaná-Ruiz, R. (2021, March). Telemonitoreo y teleorientación desarrollados por el Ministerio de Salud del Perú en tiempos de pandemia por COVID 19. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 82, No. 1, pp. 85-86). UNMSM. Facultad de Medicina.
- [MAINVILLE, 2014] Mainville, J. R. (2014). Los awajún y wampís contra el Estado: una reflexión sobre antropología política. *Investigaciones sociales*, 14(24), 19-35.
- [MARTINEZ, 2004] Martínez, A., Villarroel, V., Seoane, J., & Pozo, F. D. (2004). Rural telemedicine for primary healthcare in developing countries. *IEEE Technology and Society Magazine*, 23(2), 13-22.
- [MARTINEZ, 2005] Martinez, A., Villarroel, V., Seoane, J., & del Pozo, F. (2005). Analysis of information and communication needs in rural primary health care in developing countries. *IEEE transactions on Information Technology in Biomedicine*, 9(1), 66-72.
- [MENESES, 2007] Meneses, A., Aragon, J., Quispe, R., Soto, C., & Camacho, L. 2007. Information system on quality and water level of the Napo River in the Amazon basin.

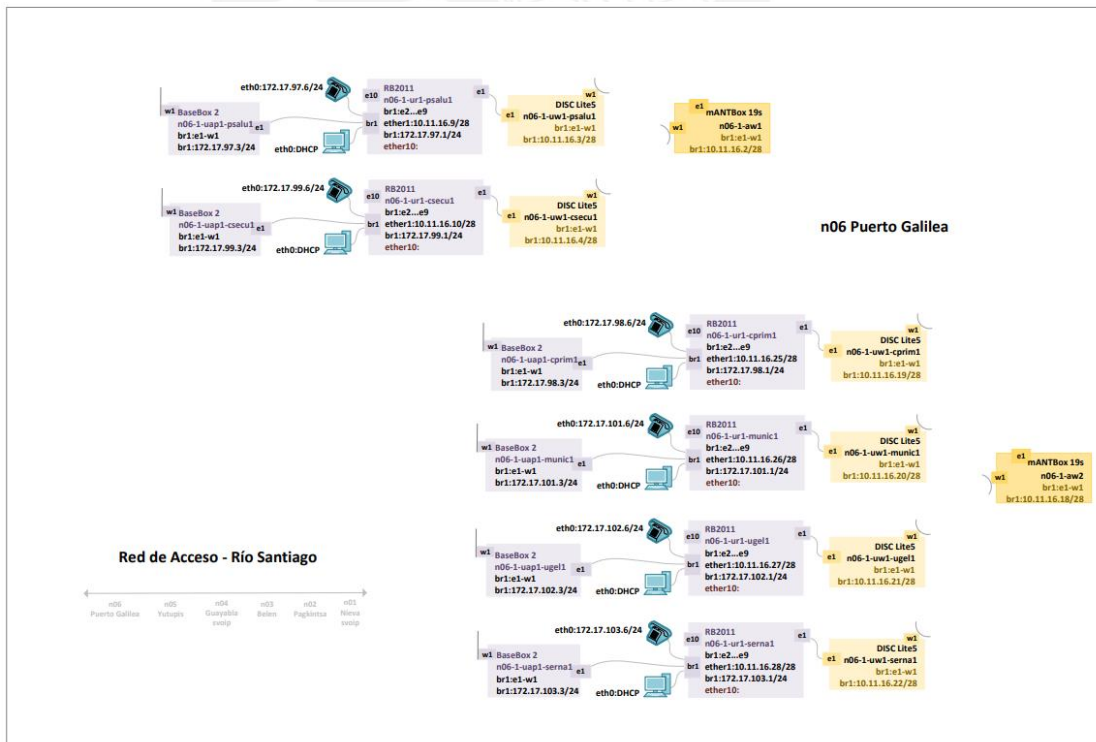
- [MILART, 2019] Milart, P. H. C., Prieto-Egido, I., Molina, C. A. D., & Martínez-Fernández, A. (2019). Detection of high-risk pregnancies in low-resource settings: a case study in Guatemala. *Reproductive health*, 16(1), 1-8.
- [MINAYA-LEÓN, 2019] Minaya-León, P., Ayala-Peralta, F., Gonzales-Medina, C., & Racchumí-Vela, A. E. (2019). Situación y determinantes sociales de la anemia en gestantes peruanas según distribución geográfica 2016-2017. *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal*, 8(1), 23-29.
- [MINSAL, 2020] Ministerio de Salud (MINSAL). (2020). BOLETÍN EPIDEMIOLÓGICO DEL PERÚ 2020. Volúmen 29-SE 37.
- [MOREIRA, 2021] Moreira, Y. A. R., Arauz, W. M. S., & Quiroz, A. M. V. (2021). Factibilidad del sistema fotovoltaico para suministro eléctrico autosustentable. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1485-1498.
- [MUÑOZ, 2000] Muñoz, F., López-Acuña, D., Halverson, P., Macedo, C. G. D., Hanna, W., Larrieu, M., ... & Zeballos, J. L. (2000). Las funciones esenciales de la salud pública: un tema emergente en las reformas del sector de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 8, 126-134.
- [OIT, 2020] OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2020a), “La COVID-19 y el mundo del trabajo: un enfoque en los pueblos indígenas y tribales”, Nota Informativa de la OIT, Ginebra, mayo.
- [OVIDEO, 2010] Oviedo, E., & Fernández, A. (2010). Tecnologías de la información y la comunicación en el sector salud: oportunidades y desafíos para reducir inequidades en América Latina y el Caribe. CEPAL.
- [PACO, 2011] Paco, J. 2011. El Impacto Social de la Investigación. La Experiencia del GTR PUCP.
- [PINTADO, 2016] Pintado Estela, I. (2016). La implementación de políticas públicas en salud para los pueblos indígenas de Santa María de Nieva en Amazonas: la tensión entre la atención al VIH-SIDA y el enfoque intercultural.
- [PRIETO, 2020] Prieto-Egido, I., Valladares, J. A., Muñoz, O., Bernuy, C. C., Simo-Reigadas, J., Quispetupa, D. A., ... & Martínez-Fernández, A. (2020). Small rural operators techno-economic analysis to bring mobile services to isolated communities: The case of Peru Amazon rainforest. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102039.
- [PRINCIPLES, 2017] *Principles - Principles for Digital Development*. (2017). Principles for Digital Development. <https://digitalprinciples.org/principles/>
- [QUIRITA, 2011] Quirita, V. A. A. (2011). EXPERIENCIAS Y PERSPECTIVAS: EHAS 2011, SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN EN SALUD PARA ZONAS RURALES DEL PERÚ
- [QUISPE-JULI, 2021] Quispe-Juli, C. U. (2021). Consideraciones éticas para la práctica de la telemedicina en el Perú: desafíos en los tiempos de COVID-19. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 32(2).
- [REATEGUI, 2017] Reátegui Angulo, L. (2017). Motivación y clima laboral en el personal administrativo de la Dirección Regional de Salud-Dirección Amazonas-Sede Central-Chachapoyas 2016.
- [REINOSO, 2022] Reinoso Ordoñez, W. S., & Sánchez Jumbo, D. J. (2022). Diseño e implementación de electrificación en un sector rural del golfo de Guayaquil mediante sistema fotovoltaico aislado (Bachelor's thesis).

- [REPAM, 2020] REPAM, Red Eclesial Panamazónica. (2020). IMPACTO DEL COVID-19 EN LOS PUEBLOS INDÍGENAS DE LA CUENCA AMAZÓNICA. Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica. 1-3.
- [RODRIGUEZ, 2010] Rodríguez, D. E. (2010). Telesalud en Colombia. *Normas & Calidad*, 90, 1-31.
- [ROJAS-MEZARINA, 2018] Rojas-Mezarina, L., Inga-Berrospi, F., Trujillo, L., & Castañeda Aphan, B. (2018, January). Modelo innovador de tele-ecografía para zonas rurales en el Perú. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 79, No. 1, pp. 71-74). UNMSM. Facultad de Medicina.
- [RUIZ-YNGOL, 2022] Ruiz-Yngol, E. G., & Sotelo, W. S. F. (2022). Evolución de la telemedicina en Perú y otros países de América Latina: Evolution of telemedicine in Peru and other Latin American countries. *Más Vida*, 4(3), 130-144.
- [SAAVEDRA, 2021] Saavedra Grández, Lic. S. G. (2021). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE TELESALUD HOSPITAL II-2. Tarapoto, Enero 2021. San Martín Gobierno Regional.
- [SALAZAR, 2021] Salazar Rangel, L. C. Revisión de literatura redes definidas por software para manejo de VoIP.
- [SOCIALES, 2010] SOCIALES, P. D. E. Y. P. (2010). Comisión económica para América Latina y el Caribe.
- [VILLANUEVA, 2019] Villanueva, A. H., & Pinchi, W. (2019). Crecimiento económico, pobreza y desarrollo humano en el Perú. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1), 68-79.
- [ZAVALA, 2011] Zavala Bravo, D. A. (2011). Diseño de una red de telemedicina para una red asistencial en la ciudad de Lima. TESIS PUCP. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

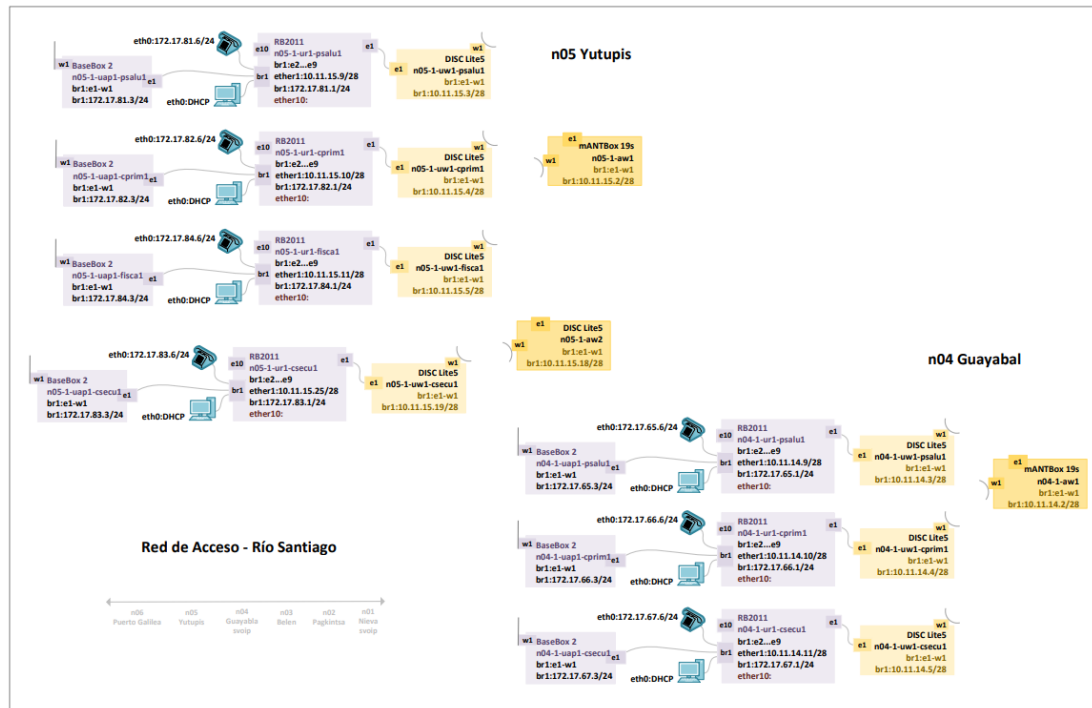




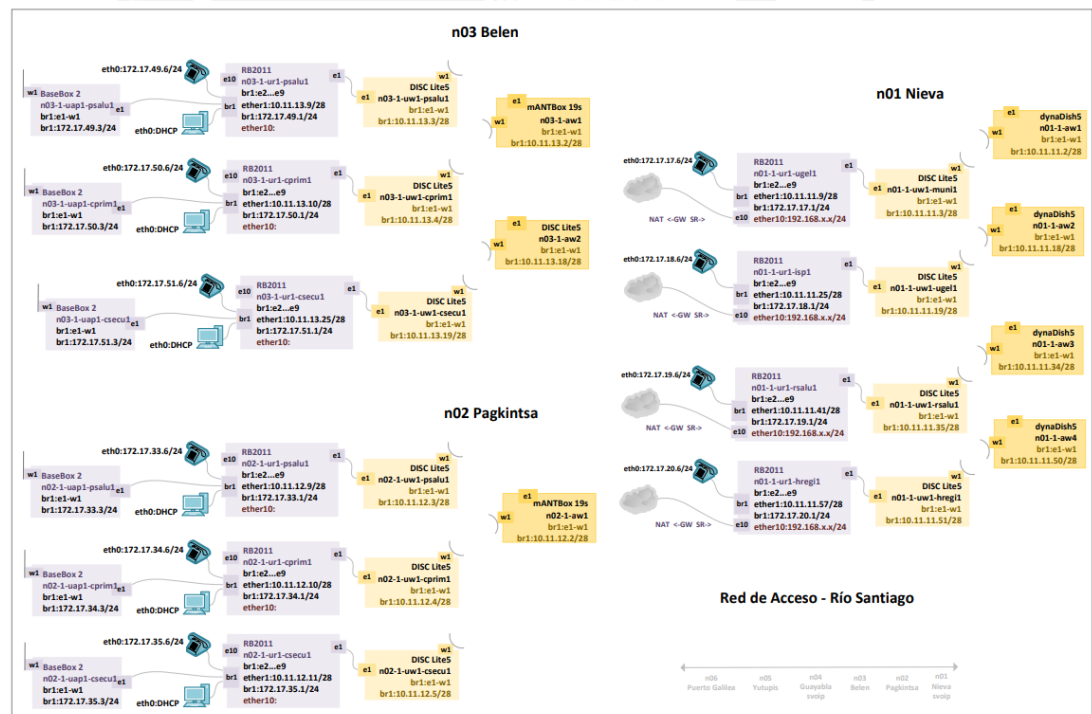
### ANEXOS 3: Esquema de diagrama de red de Clientes de Puerto Galilea



### ANEXOS 4: Esquema de diagrama de red de Clientes de Yutupis y Guayabal



### ANEXOS 5: Esquema de diagrama de red de Clientes de Belén, Pagkinta y Nueva



## ANEXOS 6: PROTOCOLO INICIAL PLANTEADO EN EL PROYECTO DE CAPTURA DE IMÁGENES DERMATOLÓGICAS

### Protocolo captura de imágenes dermatológicas.

#### 1 Equipo necesario

- Cámara web o teléfono móvil.
- Regla o cinta métrica.
- Marcador para la piel.
- Ordenador con acceso a Antari.

#### 2 Procedimiento.

Para la toma de imágenes dermatológicas es necesario tomar al menos 2 planos de la lesión: uno general donde se pueda localizar fácilmente la parte del cuerpo donde se encuentra la lesión y otro específico donde se pueda observar con detalle la lesión. En el caso que haya varias zonas afectadas, hay que incluir todas en las fotografías.

Para identificar las lesiones se pueden emplear cintas adhesivas, marcadores no permanentes u otros materiales siempre y cuando no sean peligrosos para la piel.

Además, una vez hecha la imagen se pueden incluir cuadriculas, flechas, círculos u otras marcas sobre la propia fotografía con algún programa (Ej. Paint).

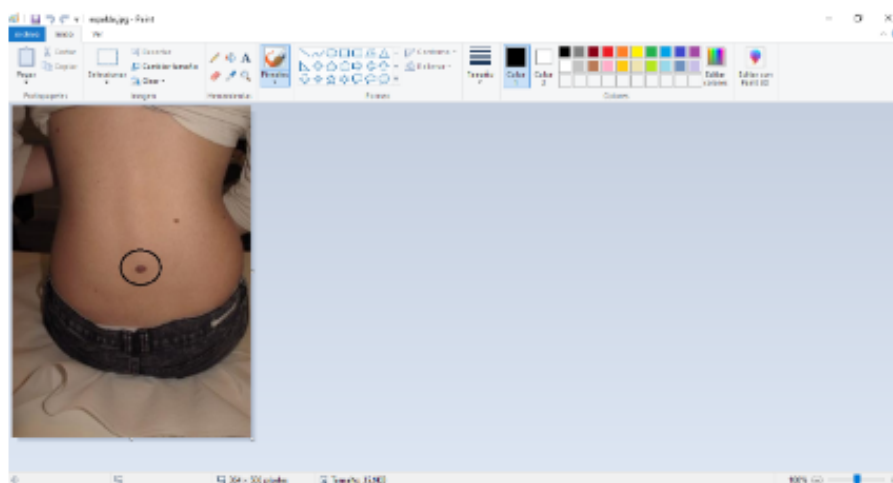


Ilustración 1: Edición de imagen. Fuente: elaboración propia

Es importante salvaguardar la intimidad del paciente siempre que sea posible y evitar que en las imágenes se le reconozca al paciente.

Pasos a seguir:

1. Abrir la cámara en el ordenador utilizando la WebCam previamente conectada al ordenador.
2. Asegurar una **buena iluminación** de la sala.
3. Usar como fondo una superficie de color liso y no reflectante.
4. Todas las imágenes deben tomarse en **ángulo perpendicular** al plano de lesión. Cuando haya abultamiento deben incluirse imágenes oblicuas.
5. **Quitar la ropa, joyería y maquillaje** para obtener una imagen de mayor calidad.
6. Tomar al menos 2 imágenes de cada plano siguiendo las indicaciones de Tipos de lesión.
7. Abrir el álbum de la cámara.
8. Cambiar el nombre de la foto para que sea reconocible.
9. Editar la foto si es necesario: recortar, añadir flechas o círculos.
10. Se debe comprobar que todas las imágenes tienen buena calidad siguiendo las indicaciones de Calidad de las imágenes.

Alternativa para utilizar teléfono móvil personal:

1. Asegurar una **buena iluminación** de la sala.
2. Se puede utilizar el flash para que las imágenes estén mejor iluminadas. Se debe tener cuidado para evitar imágenes quemadas.
3. Usar como fondo una superficie de color liso y no reflectante.
4. Todas las imágenes deben tomarse en **ángulo perpendicular** al plano de lesión. Cuando haya abultamiento deben incluirse imágenes oblicuas.
5. **Quitar la ropa, joyería y maquillaje** para obtener una imagen de mayor calidad.
6. Tomar al menos 2 imágenes de cada plano siguiendo las indicaciones de Tipos de lesión.
7. Conectar el teléfono móvil al ordenador mediante un cable o vía bluetooth.
8. Dar los permisos necesarios en el teléfono para transferir archivos y mover las imágenes tomadas al álbum de la cámara.
9. Borrar las imágenes del teléfono móvil personal para respetar la protección de datos.
10. Cambiar el nombre de las imágenes para que sea reconocible.
11. Editar las imágenes si es necesario: recortar, añadir flechas o círculos.
12. Se debe comprobar que todas las imágenes tienen buena calidad siguiendo las indicaciones de Calidad de las imágenes.

#### 4 Calidad de las imágenes

Antes del envío de las imágenes se deben revisar para asegurar que las lesiones se han captado de modo adecuado y se pueden observar correctamente.

Se debe comprobar:

- Que la imagen se observa adecuadamente al abrirla en el ordenador.
- Que la localización anatómica en la que está situada la lesión puede ser identificada en al menos una de las imágenes de la exploración.
- Que la lesión está centrada, adecuadamente identificada y enfocada.
- Que la lesión que se observa en las fotografías replique adecuadamente la lesión original del paciente.

Si esto no fuera así, se deben volver a tomar las fotografías.

## ANEXOS 7: CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL TELE-ECÓGRAFO LUMIFY A USAR EN LOS SERVICIOS DE TELE-AYUDA AL DIAGNÓSTICO

**Fast diagnosis and treatment**  
 Our app-based ultrasound makes it easy to get started – three simple steps, and you're ready to go.

- 1 Download**  
 the Lumify app to your compatible smart device.\*
- 2 Connect**  
 the Lumify transducer to your smart device.
- 3 Scan**  
 with the exceptional quality of Philips imaging technology.

**Meet today's point-of-care imaging challenges**

### Let nothing get in the way of clinical performance

Crystal-clear diagnostic insights depend on high-resolution imaging performance across shallow and deeper applications.

That's the exceptional imaging performance you can expect from Philips handheld ultrasound.

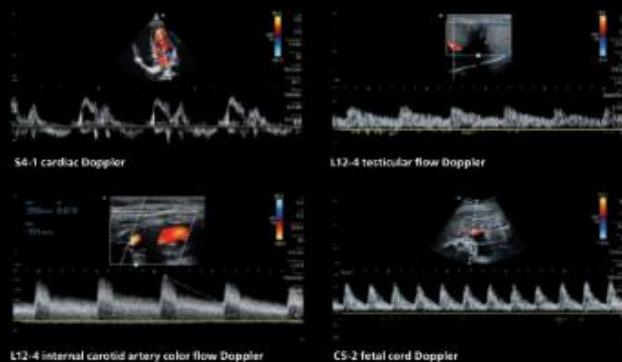
\* See the Lumify website for the list of compatible smart device options: [philips.com/lumify-compatible-devices](http://philips.com/lumify-compatible-devices).



## Pulse Wave Doppler for confident hemodynamic assessment

Lumify now offers Pulse Wave Doppler\* across all clinical exams, available on all transducers for accurate quantitative analysis.

Provides comprehensive Pulse Wave Doppler measurements, iSCAN optimization and auto-linked color Doppler steering.



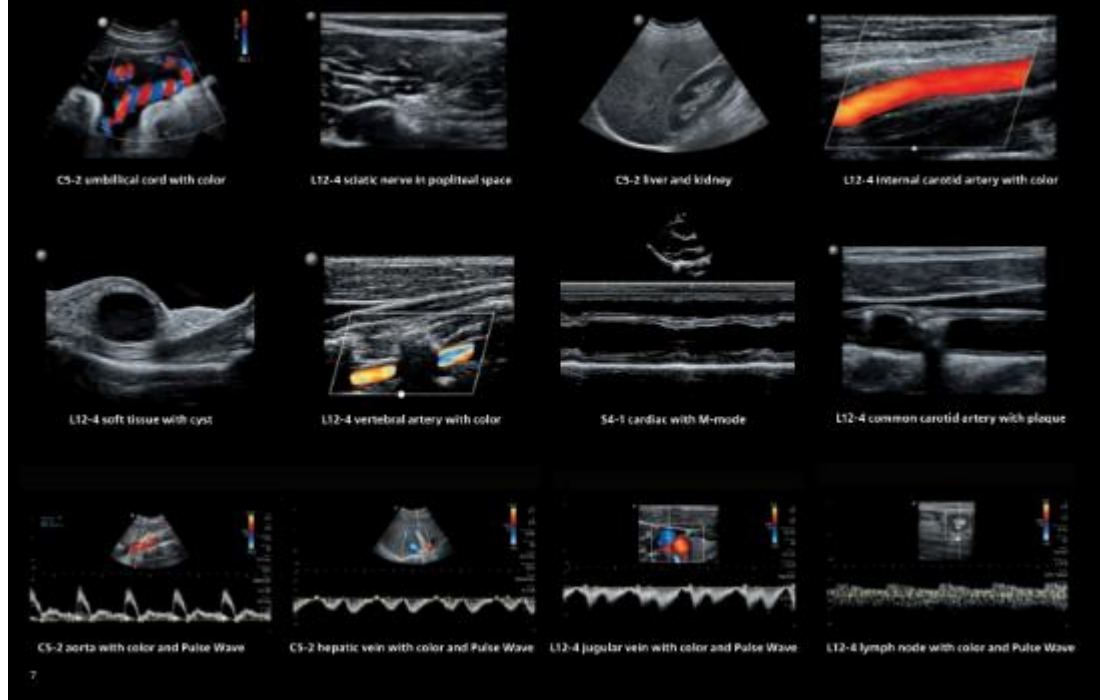
\* Pulse Wave Doppler is available on Android only. \*\* CRL and MSD measurement tools are available on Android only.

### Assess early fetal age

Tools for fetal age measurement in early gestation include crown-rump length (CRL) and mean sac diameter (MSD).\*\*



## Incredible clarity across all imaging modes



## Integrated tele-ultrasound.\* Because the world moves in real time.

The Philips Lumify integrated tele-ultrasound powered by the Reacts collaborative platform brings health professionals together with real-time video and audio calls, live ultrasound streaming and virtual guidance.

### Accessible pricing

Because Lumify works on compatible Android devices, it relieves you of the burden of paying for a custom ultrasound machine.

When you purchase Lumify, you'll receive everything you'll need to get started.

- A Philips Lumify transducer
- Lumify ultrasound app
- Ongoing software upgrades
- Manufacturer's warranty on the hardware
- Access to Philips service and education

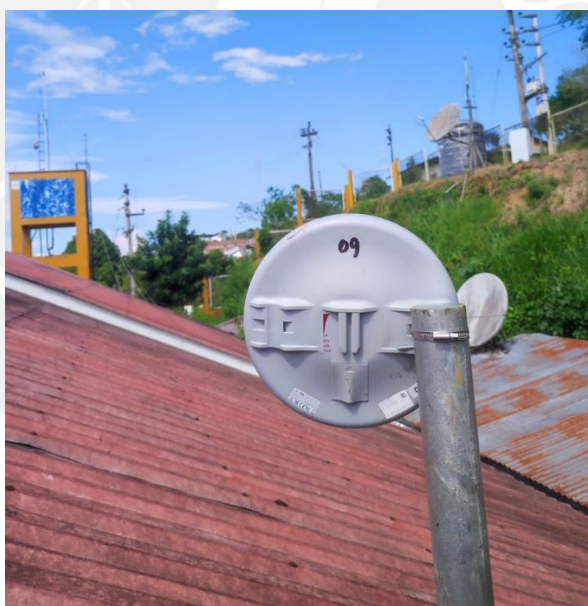
Call 1-844-MYLUMIFY  
or visit [philips.com/lumify](http://philips.com/lumify)

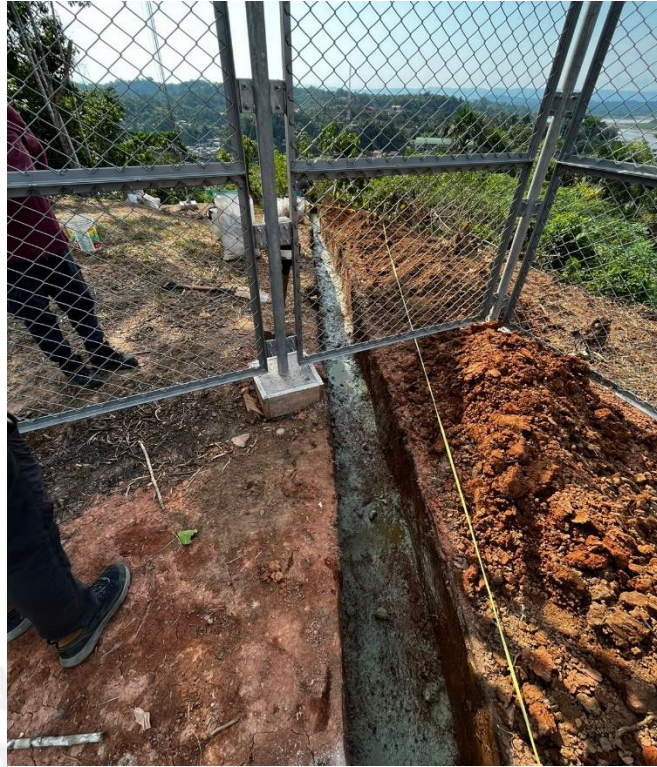
\* Reacts in Lumify is available on Android only. For a full list of compatible devices go to [philips.com/lumify-compatible-devices](http://philips.com/lumify-compatible-devices).

7



**ANEXOS 8: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA MEDIANTE PANELES SOLARES JUNTO CON LA INSTALACIÓN DE LAS ANTENAS CORRESPONDIENTES A LOS CLIENTES PARA LA CONEXIÓN EFECTIVA CON EL SERVIDOR TORRE.**





## ANEXOS 9: ACUERDO DE ACEPTACIÓN DEL PLAN DE TELESALUD Y TELEMEDICINA RURAL POR PARTE DEL HOSPITAL I SANTA MARÍA DE NIEVA



**PERÚ** Ministerio de Salud



**HOSPITAL I SANTA MARÍA DE NIEVA**



**HSMN** RSC  
AMAZONAS - PERÚ  
Red de Salud Condorcanqui



**" Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional "**

---

### ACUERDO DE ACEPTACIÓN

En las instalaciones del Hospital I Santa María de Nieva, siendo las 10 am del día 28 de Noviembre del 2022, el que suscribe Lic. Enf. Herless Pinedo Chuqui - Director del Hospital I Santa Mara de Nieva, APRUEBA Y ACEPTA en primera etapa el Plan de Telemedicina propuesto por el Sr. José Sebastián Ibarra Arregui mediante el GTR-PUCP y el Grupo de Telecomunicaciones Rurales; quedando pendiente probar el funcionamiento debido a la falta de conectividad a la red e internet.



MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL I SANTA MARIA DE NIEVA

-----  
Lic. en Enf. Herless Pinedo Chuqui  
CEP. N° 55122  
DIRECTOR



AMAZONAS - PERÚ

*En salud en buenas manos*

---

**MINISTERIO DE SALUD: "PERSONAS QUE ATENDEMOS PERSONAS"**  
*En salud en buenas manos*