



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TESIS:

**“PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE
RADIOENLACES PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA Y
CONTRAREFERENCIA DE PACIENTES EN SITUACIÓN DE
EMERGENCIA ENTRE LOS ESTABLECIMIENTOS DE
SALUD DE QUICO Y OCONGATE”**

PRESENTADA POR
Bch. PATRICIA PEÑA PALOMINO

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS**

ASESOR:
Mgt. PILAR VANESSA HIDALGO LEÓN

**CUSCO – PERÚ
2017**



DEDICATORIA

A mi ángel, mi abuelito.



AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen del Carmen que siempre guían mis pasos.

A mi mamá y mi papá, por su apoyo incondicional, sus consejos y sobretodo darme ánimos para que pueda concluir con esta tesis.

A mi hermana, que me ayudó con sus conocimientos sobre salud y su apoyo constante.

A las personas que conocí durante el desarrollo de esta tesis, que me brindaron información y también su amistad.



RESUMEN

La carencia de un medio de comunicación entre el Puesto de Salud de Quico y el Centro de Salud de Ocongate, dificulta los procesos de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia y otros procesos administrativos, en este contexto, el objetivo principal de la presente tesis es la propuesta de un sistema de comunicación por medio de radioenlaces para la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre ambos establecimientos de salud.

El capítulo I está enfocado en describir la problemática y situación actual desde el punto de vista tecnológico y social encontrados en el Puesto de Salud de Quico, para luego proponer objetivos de la solución tecnología de comunicación y aplicativo de referencia y contrareferencia.

El capítulo II desarrolla las diferentes tecnologías de redes usadas para ámbitos rurales y conceptos a usar para el desarrollo del aplicativo de referencia y contrareferencia.

El capítulo III describe la metodología de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) usado para desarrollo de la tesis, así como la metodología Top-Down Network Design para el desarrollo de la red de comunicación y la metodología ágil SCRUM para el desarrollo del aplicativo de referencia y contrareferencia.

En el capítulo IV se desarrolla la propuesta del sistema de comunicación y del aplicativo de software, partiendo de la elección de la tecnología de comunicación adecuada, luego se realiza el análisis de ancho de banda requerido. Posteriormente se desarrolla el diseño de dos propuestas de solución para el sistema de comunicación y se describe los equipos a usar en la red, también se desarrolla el diseño del aplicativo de referencia y contrareferencia. Finalmente, se detalla el análisis de costos unitarios y la sostenibilidad de la propuesta.

El capítulo V muestra los resultados obtenidos de la simulación básica del sistema de comunicación mediante radioenlaces y pruebas del aplicativo de referencia y contrareferencia.

En el capítulo VI se realiza la discusión de los resultados obtenidos con los antecedentes de la presente tesis.



Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, en el cual se expone que la segunda propuesta es la más factible por presentar mejores características técnicas y económicas, y se recomienda implementar la propuesta tanto para el Puesto de Salud de Quico como otros establecimientos de salud que cuenten con características parecidas, debido a los beneficios que se reflejaría en la mejoría de la eficiencia de atención del sector salud.

**ABSTRACT**

The lack of a means of communication between the Quico Health Post and the Ocongate Health Center, makes it difficult to refer and counter referral patients in emergency situations and other administrative processes, in this context, the main objective of this Thesis is the proposal of a communication system through radio links for the transfer of information from the referral system and counter-referral of patients in emergency situations between both health facilities.

Chapter I is focused on describing the problematic and current situation from the technological and social point of view found in the Quico Health Post, to then propose objectives of the communication technology solution and reference and counter reference application.

Chapter II develops the different network technologies used for rural areas and concepts to be used for the development of the reference and counter-reference application.

Chapter III describes the methodology of Research, Development and Innovation (R+D+i) used for the development of the thesis, as well as the Top-Down Network Design methodology for the development of the communication network and the agile SCRUM methodology for the development of the reference and counter reference application.

In chapter IV the proposal of the communication system and the software application is developed, starting from the choice of the appropriate communication technology, then the analysis of the required bandwidth is performed. Subsequently, the design of two solution proposals for the communication system is developed and the equipment to be used in the network is described, as well as the design of the reference and counter-reference application. Finally, the analysis of unit costs and the sustainability of the proposal are detailed.

Chapter V shows the results obtained from the basic simulation of the communication system through radio links and tests of the reference and counter-reference application.

Chapter VI discusses the results obtained with the background of this thesis.



Finally, the conclusions and recommendations are presented, in which it is stated that the second proposal is the most feasible because it presents better technical and economic characteristics, and it is recommended to implement the proposal for both the Quico Health Post and other health facilities. that have similar characteristics, due to the benefits that would be reflected in the improvement of the health care service efficiency.



INTRODUCCIÓN

En la provincia de Paucartambo se encuentra la Nación de Q'ero que es considerada como uno de los pueblos representativos de la etnia quechua, genuinos herederos de la cultura inca. Aquí se encuentra la Comunidad de Quico una de las más tradicionales y con mucha riqueza cultural, pero estas comunidades son uno de los pueblos más aislados y empobrecidos de la Región Cusco (Instituto Regional de Cultura Cusco, 2005) y no cuentan con servicios sociales (servicios de salud, infraestructura básica; como agua, desagüe, electricidad), solo la comunidad de Quico cuenta con un Puesto de Salud piloto, que fue puesto en marcha desde agosto del 2015.

El Ministerio de Salud busca garantizar la salud pública en todos los sectores, enfocándose en los más humildes del país, uno de sus objetivos es tener una buena comunicación entre los establecimientos de salud, que permita dar respuesta de manera inmediata a los incidentes que puedan generarse, sobre todo en las situaciones de emergencia.

En el sistema de referencia y contrareferencia de pacientes, se transfiere la responsabilidad de la atención de las necesidades de salud de un usuario a otro establecimiento de salud de mayor capacidad resolutive que sea más cercano y accesible y que se dé en el momento adecuado y lugar adecuado, en forma correcta, las referencias se dan en los siguientes casos: consulta externa, emergencia (la más importante y la cual se trabajará en este proyecto) y apoyo al diagnóstico (cuando el usuario requiere para su confirmación diagnóstica, seguimiento o control, de una prueba o examen que no se practica en el establecimiento de salud de origen) (Ministerio de Salud, 2005). En la Contrareferencia de pacientes, el establecimiento de salud de destino de la referencia devuelve o envía la responsabilidad del cuidado del paciente al establecimiento de procedencia.

El Puesto de Salud de Quico pertenece a la microred de Paucartambo y la referencia de pacientes debería realizarse al Centro de Salud de Paucartambo, pero resulta complicada por la lejanía de la zona y el difícil acceso a esta. Por este motivo, las referencias en casos de emergencia se envían al Centro de Salud de Ocongate, el cual pertenece a la microred de Ocongate. Entre ambos establecimientos no existe una red de comunicación, por ello es complicado que se pueda implementar un



sistema de información para optimizar los procesos administrativos del personal de salud y mejorar la comunicación entre ambos establecimientos de salud.

La referencia de pacientes en situación de emergencia se realiza sin previa coordinación con el Centro de Salud de Ocongate, sin tener conocimiento que el paciente haya llegado al establecimiento de salud de destino. El llenado de la Hoja de Referencia es manual, algunas hojas de referencia no son llenadas completamente, correctamente o son ilegibles y un aproximado del 30% de las Hojas de referencia se extravían.

En este contexto, se desarrolló un software para la Referencia y Contrareferencia de pacientes en situación de emergencia y se propone una solución tecnológica mediante radioenlaces para comunicar el Puesto de Salud de Quico con el Centro de Salud de Ocongate. Se diseñó la propuesta de comunicación mediante radioenlace, debido a que el radioenlace es una tecnología adecuada para las condiciones geográficas en las que se encuentran ambos establecimientos de salud, porque puede viajar en bandas libres y permitirá una futura expansión para transmisión de datos, sobretodo acercar a las poblaciones alejadas. También se propone el uso de servicios básicos de telemedicina para afrontar las carencias de los profesionales, dar diagnósticos oportunos y una mejor atención a los pobladores.



ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES 21

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... 21

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 28

1.2.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....28

1.3. OBJETIVOS 29

1.3.1. OBJETIVO GENERAL29

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....29

1.4. ALCANCE..... 29

1.5. DELIMITACIÓN 29

1.6. JUSTIFICACIÓN 30

1.7. METODOLOGÍA..... 32

1.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA 34

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO..... 35

2.1. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES 35

2.1.1. SISTEMA DE REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA.....35

2.1.2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN45

2.1.3. FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE APLICATIVO.....57

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 62

2.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES62

2.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....65

CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... 69

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 69

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....69

3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN70

3.1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....71

3.1.4. POBLACIÓN Y MUESTRA71

3.1.5. TÉCNICAS.....72

3.2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO 74

3.2.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL APLICATIVO74

3.2.2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA RED75

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA PROPUESTA..... 76

4.1. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN..... 76

4.1.1. TECNOLOGÍAS DE REDES DE COMUNICACIÓN USADAS EN ZONAS RURALES 76



- 4.1.2. CARACTERISTICAS PARA LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS79
- 4.1.3. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....80
- 4.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS 81
 - 4.2.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES MÉDICAS83
 - 4.2.2. PRINCIPALES MOTIVOS DE REFERENCIA DE EMERGENCIA84
 - 4.2.3. POBLACIÓN BENEFICIARIA84
 - 4.2.4. DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE COMUNICACIONES.....85
 - 4.2.5. DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA.....86
- 4.3. RESUMEN EJECUTIVO..... 92
 - 4.3.1. HOJA DE IDENTIFICACION.....92
 - 4.3.2. DESCRIPCIÓN93
 - 4.3.3. MARCO NORMATIVO93
- 4.4. SISTEMA DE COMUNICACIÓN 94
 - 4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....94
 - 4.4.2. REQUERIMIENTOS PARA LAS DIFERENTES PARTIDAS97
 - 4.4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO99
 - 4.4.4. ELEMENTOS DEL PROYECTO.....100
 - 4.4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES105
 - 4.4.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....153
- 4.5. SERVICIO DE COLABORACIÓN.....166
 - 4.5.1. SISTEMA DE VIDEO CONFERENCIA.167
- 4.6. DISEÑO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN DE REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA167
 - 4.6.1. ANÁLISIS DEL APLICATIVO.....167
 - 4.6.2. DISEÑO DE LA INTERFAZ207
- 4.7. COSTO DE LA OBRA228
 - 4.7.1. PROPUESTA 1228
 - 4.7.2. PROPUESTA 2.....228
- 4.8. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LAS PROPUESTAS.....229
 - 4.8.1. ANÁLISIS DE COSTOS DE LA PROPUESTA 1229
 - 4.8.2. ANÁLISIS DE COSTOS DE LA PROPUESTA 2232
- 4.9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS235
- 4.10. PLANTEAMIENTOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....235
 - 4.10.1. SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS TIC235
 - 4.10.2. SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS TIC PARA LA SALUD236



4.10.3. PLANTEAMIENTOS PARA LA SOSTENIBILIDAD.....	236
4.10.4. FORMULACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE SOSTENIBILIDAD.....	237
4.10.5. PRESENTACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE SOSTENIBILIDAD	239
4.10.6. EJECUCIÓN DEL PLAN.....	240
4.11. BENEFICIOS DE LA PROPUESTA.....	244
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	246
5.1. RESULTADOS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	246
5.2. RESULTADOS DEL APLICATIVO	251
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN	255
GLOSARIO.....	258
CONCLUSIONES.....	263
RECOMENDACIONES.....	264
REFERENCIAS.....	265
ANEXOS.....	270

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1 Mapa de las comunidades de la Nación Q'ero	21
Figura I-2 Comunidad de Quico.....	22
Figura I-3 Jurisdicción del puesto de salud de Quico	24
Figura I-4 Mapa de la microred de salud Paucartambo	25
Figura I-5 Llenado manual de atención medica.....	27
Figura II-1 Mapa global del proceso de referencia en el servicio de emergencia	39
Figura II-2 Mapa global del proceso de contrareferencia en el servicio de emergencia	44
Figura II-3 Señales de sistemas Wireless operando en banda de 2.4 Ghz	48
Figura II-4 Estándar 802.11ac	48
Figura II-5 Resumen de métodos de radioenlaces	51
Figura II-6 Longitud de Onda, 2.4GHz y 5.8GHz.....	52
Figura II-7 Difracción causada por la tierra.....	53
Figura II-8 Zonas de Fresnel	55
Figura II-9 Zona de Fresnel con obstáculo	56
Figura II-10 Firma digital.....	60
Figura IV-1 Tamaño promedio de imágenes	86
Figura IV-2 Tamaño de archivos de texto.....	87
Figura IV-3 Tamaño promedio de una página web.....	88
Figura IV-4 Formatos de fotogramas	90
Figura IV-5 Protocolos H.323	91
Figura IV-6 Mapa geográfico de la ubicación de ambos establecimientos de salud.	92
Figura IV-7 Ubicación geográfica de los puntos de referencia	106
Figura IV-8 Perfil de elevación entre los dos puntos de interés.....	107
Figura IV-9 Perfil de elevación entre el centro de salud de Ocongate y el primer repetidor	108
Figura IV-10 Perfil de elevación entre el primer repetidor y el segundo repetidor ...	109
Figura IV-11 Perfil de elevación entre el segundo repetidor y el tercer repetidor	110
Figura IV-12 Perfil de elevación entre el tercer repetidor y el cuarto repetidor	110
Figura IV-13 Perfil de elevación entre el cuarto repetidor y el quinto repetidor	111
Figura IV-14 Perfil de elevación entre el quinto repetidor y el puesto de salud de Quico	112
Figura IV-15 Mapa geográfico: Plan de enrutamiento para el radioenlace digital entre el centro de salud de Ocongate y el puesto de salud de Quico.....	113
Figura IV-16 Perfil de elevación entre el puesto de salud de Marcapata y el primer repetidor	114
Figura IV-17 Perfil de elevación entre el primer repetidor y el segundo repetidor ...	115
Figura IV-18 Perfil de elevación entre el segundo repetidor y el tercer repetidor	116
Figura IV-19 Perfil de elevación entre el tercer y el puesto de Salud de Quico.....	117
Figura IV-20 Mapa geográfico: Plan de enrutamiento para el radioenlace digital entre el centro de salud de Marcapata y el puesto de salud de Quico.	118
Figura IV-21 Altura de torre.	120
Figura IV-22 Configuración del programa Radio Mobile: Características del terreno.	123



Figura IV-23 Parámetros para el enlace punto a punto.125

Figura IV-24 Simulación de radioenlace: centro de salud de Ocongate- primer repetidor en Radio Mobile.....125

Figura IV-25 Simulación de radioenlace: primer repetidor – segundo repetidor en Radio Mobile.....128

Figura IV-26 Simulación de radioenlace: segundo repetidor – tercer repetidor en Radio Mobile.....130

Figura IV-27 Simulación de radioenlace: tercer repetidor – cuarto repetidor en Radio Mobile.....132

Figura IV-28 Simulación de radioenlace: cuarto repetidor – quinto repetidor en Radio Mobile.....135

Figura IV-29: Simulación de radioenlace: quinto repetidor – puesto de salud Quico en Radio Mobile.....137

Figura IV-30 Parámetros para el enlace punto a punto.140

Figura IV-31 Simulación de radioenlace: puesto de salud de Marcapata- primer repetidor en Radio Mobile. Fuente: Radio Mobile.....140

Figura IV-32 Simulación de radioenlace: primer repetidor – segundo repetidor en Radio Mobile.....143

Figura IV-33 Simulación de radioenlace: segundo repetidor – tercer repetidor en Radio Mobile.....145

Figura IV-34 Simulación de radioenlace: tercer repetidor – puesto de salud de Quico en Radio Mobile. Fuente: Radio Mobile.....147

Figura IV-35: Esquema general de la primera propuesta de red de Sistema de Comunicación.....151

Figura IV-36: Esquema general de la segunda propuesta de red de Sistema de Comunicación.....152

Figura IV-37 Cuerpo de torre.....154

Figura IV-38 Anclas y tensores de acero galvanizado.....155

Figura IV-39 Base de torre I156

Figura IV-40 Base de torre II156

Figura IV-41 Diagrama de casos de uso203

Figura IV-42 Diagrama de dependencias.....204

Figura IV-43 Diagrama de clases.....205

Figura IV-44 Diagrama de base de datos.....206

Figura IV-45 Interfaz de inicio de sesión.....207

Figura IV-46 Interfaz de elección de local.....208

Figura IV-47 Interfaz principal.....208

Figura IV-48 Barra de Inicio.....209

Figura IV-49 Menú paciente209

Figura IV-50 Interfaz nuevo paciente.....210

Figura IV-51 Interfaz con la lista de los pacientes del establecimiento de salud210

Figura IV-52 Interfaz de modificar paciente211

Figura IV-53 Interfaz de listar paciente211

Figura IV-54 Menú referencia212

Figura IV-55 Interfaz de la hoja de referencia.....213

Figura IV-56 Hoja de referencia.....214

Figura IV-57 Interfaz de hoja de contrareferencia215



Figura IV-58 Hoja de contrareferencia216

Figura IV-59 Reporte referencia217

Figura IV-60 Reporte contrareferencia218

Figura IV-61 Interfaz firmar documento218

Figura IV-62 Interfaz enviar archivo.....219

Figura IV-63 Menú tabla de información.....219

Figura IV-64 Sistema de transporte220

Figura IV-65 Excel con la tabla del sistema de transporte221

Figura IV-66 Sistema de comunicación221

Figura IV-67 Excel con la tabla de sistema de comunicación.....222

Figura IV-68 Cartera de servicios de recursos humanos222

Figura IV-69 Excel con cartera de servicios de recursos humanos223

Figura IV-70 Accesibilidad a los establecimiento de salud223

Figura IV-71 Excel con la accesibilidad a los establecimientos de salud.....224

Figura IV-72 Interfaz del mantenimiento de personal de salud.....224

Figura IV-73 Interfaz de mantenimiento de establecimientos de salud225

Figura IV-74 Interfaz de la lista de Microredes225

Figura IV-75 Interfaz de mantenimiento de red226

Figura IV-76 Interfaz de relacionar Personal-Centro226

Figura IV-77 Interfaz de CIE-10.....227

Figura IV-78 Modelo de sostenibilidad.....237

Figura IV-79: Esquema del plan integral de sostenibilidad en relación a las categorías de la sostenibilidad.240

Figura V-1 Simulación de la implementación del enlace246

Figura V-2 Verificación de la conexión de red247

Figura V-3 Calidad de transmisión del enlace247

Figura V-4 Prueba de velocidad de internet248

Figura V-5 VPN simulado en Packet Tracer Cisco248

Figura V-6 Conectividad Pc-Ocongate hacia Pc-Quico250

Figura V-7 Conectividad Pc-Quico hacia Pc-Ocongate251

Figura V-8 Acceso a la base de datos desde el lado remoto.....251

Figura V-9 Prueba con el aplicativo252

Figura V-10 Accediendo al aplicativo, elección de local252

Figura V-11 Registro de paciente remotamente253

Figura V-12 Registro de todos los pacientes253

Figura V-13 Rendimiento de la PC254



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1 Comparación 802.11ac, Wave 2, Wave 1, 802.11n 49

Tabla IV-1 Cuadro comparativo de tecnologías para el sistema de comunicación... 79

Tabla IV-2 Elección de la solución tecnológica..... 81

Tabla IV-3 Causas de morbilidad 2016..... 83

Tabla IV-4 Principales motivos de referencia en Quico 84

Tabla IV-5 Densidad poblacional de las comunidades de la "Nación Q'ero" 84

Tabla IV-6 Población de la jurisdicción del puesto de salud de Quico..... 85

Tabla IV-7 Población de la jurisdicción del puesto de salud de Quico en el año 2015
..... 85

Tabla IV-8 Cálculo velocidad necesaria para imágenes 87

Tabla IV-9 Cálculo velocidad necesaria para archivos de texto 88

Tabla IV-10 Cálculo velocidad necesaria para correo electrónico 88

Tabla IV-11 Cálculo velocidad necesaria para navegación en internet 89

Tabla IV-12 Resumen de ancho de banda para acceso a internet..... 89

Tabla IV-13 Relación de calidad de imagen con ancho de banda para el ojo humano.
..... 89

Tabla IV-14 Resoluciones y tamaños de fotogramas 90

Tabla IV-15 Mapa de red regional de fibra óptica de Cusco..... 96

Tabla IV-16 Puntos de referencia y repetición con sus respectivas coordenadas
expresadas en latitud y longitud. Fuente: Elaboración propia112

Tabla IV-17 Puntos de referencia y repetición con sus respectivas coordenadas
expresadas en latitud y longitud. Fuente: Elaboración propia117

Tabla IV-18 Altura de las torres para las estaciones repetidoras de la primera
propuestas.....121

Tabla IV-19 Alturas de las torres para las estaciones repetidoras de la segunda
propuesta.....121

Tabla IV-20 Caracterización del tipo de terreno.122

Tabla IV-21 Datos de radioenlace: Centro de salud de Ocongate- primer repetidor.
.....126

Tabla IV-22 Datos de radioenlace: primer repetidor- segundo repetidor.129

Tabla IV-23 Datos de radioenlace: segundo repetidor - tercer repetidor.131

Tabla IV-24 Datos de radioenlace: tercer repetidor – cuarto repetidor.133

Tabla IV-25 Datos de radioenlace: cuarto repetidor – quinto repetidor.136

Tabla IV-26 Datos de radioenlace: quinto repetidor – Puesto de Salud Quico.138

Tabla IV-27 Datos de radioenlace: Puesto de salud de Marcapata- primer repetidor.
.....141

Tabla IV-28 Datos de radioenlace: primer repetidor- segundo repetidor.144

Tabla IV-29 Datos de radioenlace: segundo repetidor - tercer repetidor.146

Tabla IV-30 Datos de radioenlace: tercer repetidor – Puesto de Salud de Quico....148

Tabla IV-31 Dimensionamiento de grupo electrógeno.....150

Tabla IV-32 Backlog del producto.....169

Tabla IV-33 Historia de usuario - Base de datos170

Tabla IV-34 Historia de usuario - Relación de tablas.....170

Tabla IV-35 Historia de usuario - Tablas de base de datos170

Tabla IV-36 Historia de usuario – Login.....171



Tabla IV-37 Historia de usuario - Privilegio a los usuarios.....171

Tabla IV-38 Historia de usuario - Datos de red.....171

Tabla IV-39 Historia de usuario - Datos modificados de red.....172

Tabla IV-40 Historia de usuario - Listar red172

Tabla IV-41 Historia de usuario - Datos microred172

Tabla IV-42 Historia de usuario - Datos modificados de microred.....173

Tabla IV-43 Historia de usuario - Listar microred173

Tabla IV-44 Historia de usuario - Datos de establecimiento de salud173

Tabla IV-45 Historia de usuario - Datos modificados de establecimiento de salud .174

Tabla IV-46 Historia de usuario - Listar establecimiento de salud174

Tabla IV-47 Historia de usuario - Datos del usuario174

Tabla IV-48 Historia de usuario - Firma del usuario175

Tabla IV-49 Historia de usuario - Sello del usuario.....175

Tabla IV-50 Historia de usuario - Datos modificados del usuario175

Tabla IV-51 Historia de usuario - Lista de usuario176

Tabla IV-52 Historia de usuario - Datos personales del paciente176

Tabla IV-53 Historia de usuario - Datos de salud del paciente176

Tabla IV-54 Historia de usuario - Datos modificados del paciente177

Tabla IV-55 Historia de usuario - Lista de pacientes177

Tabla IV-56 Historia de usuario - Hoja de referencia.....177

Tabla IV-57 Historia de usuario - Referencia con CIE-10.....178

Tabla IV-58 Historia de usuario - Reporte de referencia.....178

Tabla IV-59 Historia de usuario - Datos modificados de la hoja de referencia178

Tabla IV-60 Historia de usuario - Envió de la hoja de referencia.....179

Tabla IV-61 Historia de usuario - Impresión de la hoja de referencia179

Tabla IV-62 Historia de usuario - Exportar referencia a Excel179

Tabla IV-63 Historia de usuario - Registro de referencia.....180

Tabla IV-64 Historia de usuario - Hoja de contrareferencia180

Tabla IV-65 Historia de usuario - Contrareferencia con CIE-10.....180

Tabla IV-66 Historia de usuario - Reporte de contrareferencia.....181

Tabla IV-67 Historia de usuario - Datos modificados de la hoja de contrareferencia
.....181

Tabla IV-68 Historia de usuario - Envió de hoja de contrareferencia.....181

Tabla IV-69 Historia de usuario - Impresión de hoja de contrareferencia.....182

Tabla IV-70 Historia de usuario - Exportar contrareferencia a Excel182

Tabla IV-71 Historia de usuario - Lista de contrareferencia.....182

Tabla IV-72 Historia de usuario - Datos de tabla de información.....183

Tabla IV-73 Historia de usuario - Tabla de sistema de transporte.....183

Tabla IV-74 Historia de usuario - tabla de comunicación.....183

Tabla IV-75 Historia de usuario - Tabla de cartera de servicios y recursos humanos
.....184

Tabla IV-76 Historia de usuario - Tabla de accesibilidad a los EE.SS.....184

Tabla IV-77 Backlog de sprint 1.....185

Tabla IV-78 Lista de tareas 001.....185

Tabla IV-79 Lista de tareas 002.....185

Tabla IV-80 Lista de tareas 003.....186

Tabla IV-81 Backlog de sprint 2.....186



Tabla IV-82 Lista de tareas 004.....186

Tabla IV-83 Lista de tareas 005.....186

Tabla IV-84 Backlog del sprint 3.....187

Tabla IV-85 Lista de tareas 006.....187

Tabla IV-86 Lista de tareas 007.....187

Tabla IV-87 Lista de tareas 008.....188

Tabla IV-88 Backlog de sprint 4.....188

Tabla IV-89 Lista de tareas 009.....188

Tabla IV-90 Lista de tareas 010.....189

Tabla IV-91 Lista de tareas 011.....189

Tabla IV-92 Backlog de sprint 5.....189

Tabla IV-93 Lista de tareas 012.....190

Tabla IV-94 Lista de tareas 013.....190

Tabla IV-95 Lista de tareas 014.....190

Tabla IV-96 Backlog de sprint 6.....191

Tabla IV-97 Lista de tareas 015.....191

Tabla IV-98 Lista de tareas 016.....191

Tabla IV-99 Lista de tareas 017.....192

Tabla IV-100 Lista de tareas 018.....192

Tabla IV-101 Lista de tareas 019.....192

Tabla IV-102 Backlog de sprint 7.....193

Tabla IV-103 Lista de tareas 020.....193

Tabla IV-104 Lista de tareas 021.....193

Tabla IV-105 Lista de tareas 022.....194

Tabla IV-106 Lista de tareas 023.....194

Tabla IV-107 Backlog de sprint 8.....195

Tabla IV-108 Lista de tareas 024.....195

Tabla IV-109 Lista de tareas 025.....195

Tabla IV-110 Lista de tareas 026.....195

Tabla IV-111 Lista de tareas 027.....196

Tabla IV-112 Lista de tareas 028.....196

Tabla IV-113 Lista de tareas 029.....196

Tabla IV-114 Lista de tareas 030.....196

Tabla IV-115 Lista de tareas 031.....197

Tabla IV-116 Backlog de sprint 9.....197

Tabla IV-117 Lista de tareas 032.....198

Tabla IV-118 Lista de tareas 033.....198

Tabla IV-119 Lista de tareas 034.....198

Tabla IV-120 Lista de tareas 035.....199

Tabla IV-121 Lista de tareas 036.....199

Tabla IV-122 Lista de tareas 037.....199

Tabla IV-123 Lista de tareas 038.....200

Tabla IV-124 Lista de tareas 039.....200

Tabla IV-125 Backlog de sprint 10.....201

Tabla IV-126 Lista de tareas 040.....201

Tabla IV-127 Lista de tareas 041.....201

Tabla IV-128 Lista de tareas 042.....201



Tabla IV-129 Lista de tareas 043.....202

Tabla IV-130 Lista de tareas 044.....202

Tabla IV-131 Costo general de la primera propuesta.228

Tabla IV-132 Costo general de la segunda propuesta228

Tabla IV-133 Costo de torres de comunicaciones de la primera propuesta.229

Tabla IV-134 Costo del sistema de pararrayos y puesta a tierra de la primera propuesta.....229

Tabla IV-135 Costo del sistema de alimentación de la primera propuesta230

Tabla IV-136 Costo de equipos de radioenlace de la primera propuesta.230

Tabla IV-137 Costo del gabinete de comunicaciones de la primera propuesta230

Tabla IV-138 Costos de equipos activos de red de la primera propuesta230

Tabla IV-139 Costos de los recursos para implementación para la primera propuesta231

Tabla IV-140 Costos del software aplicativo para referencia y contrareferencia de la primera propuesta231

Tabla IV-141 Costo de torres de comunicaciones de la segunda propuesta.....232

Tabla IV-142 Costo del sistema de pararrayos y puesta a tierra de la segunda Propuesta232

Tabla IV-143 Costo del sistema de alimentación de la segunda propuesta.232

Tabla IV-144 Costo de equipos de radioenlace de la segunda propuesta.....233

Tabla IV-145 Costo del gabinete de comunicaciones de la segunda propuesta233

Tabla IV-146 Costos para los equipos activos de red para la segunda propuesta ..233

Tabla IV-147 Costos de recursos para implementación para la segunda propuesta234

Tabla IV-148 Costos para el software aplicativo para la referencia y contrareferencia para la segunda propuesta.....234

Tabla IV-149 Ventajas y desventajas de ambas propuestas.....235

Tabla IV-150 Costo de servicio de Internet.....241

Tabla IV-151: Coste anual del mantenimiento preventivo.242

Tabla IV-152: Actividades de mantenimiento correctivo sobre software.....243

Tabla IV-153: Actividades de mantenimiento correctivo sobre hardware.243



INDICE DE ECUACIONES

Ecuación II-1 Longitud de Onda	51
Ecuación II-2 Atenuación en función de la potencia	53
Ecuación II-3 Atenuación en función de la tensión	53
Ecuación II-4 Zonas de Fresnel.....	57
Ecuación IV-1 Pérdida en el espacio libre	121
Ecuación IV-2 Margen de recepción.....	122

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La comunidad de Quico es una de las 5 comunidades que pertenecen a la Nación Q'ero que se ubica en la provincia de Paucartambo, el Ministerio de Cultura considera a 5 comunidades tradicionales como parte de la Nación Q'ero y que no fueron vulneradas culturalmente como son Japu, Quico, Hatun Q'ero, Totorani y Markachea. Las otras 3 comunidades que son K'allakancha, Ccachupata y Pucara no son consideradas porque las prácticas culturales ancestrales ya no son efectuadas, esto se expresa en el caso de la indumentaria típica, calendarios de rituales y otros.

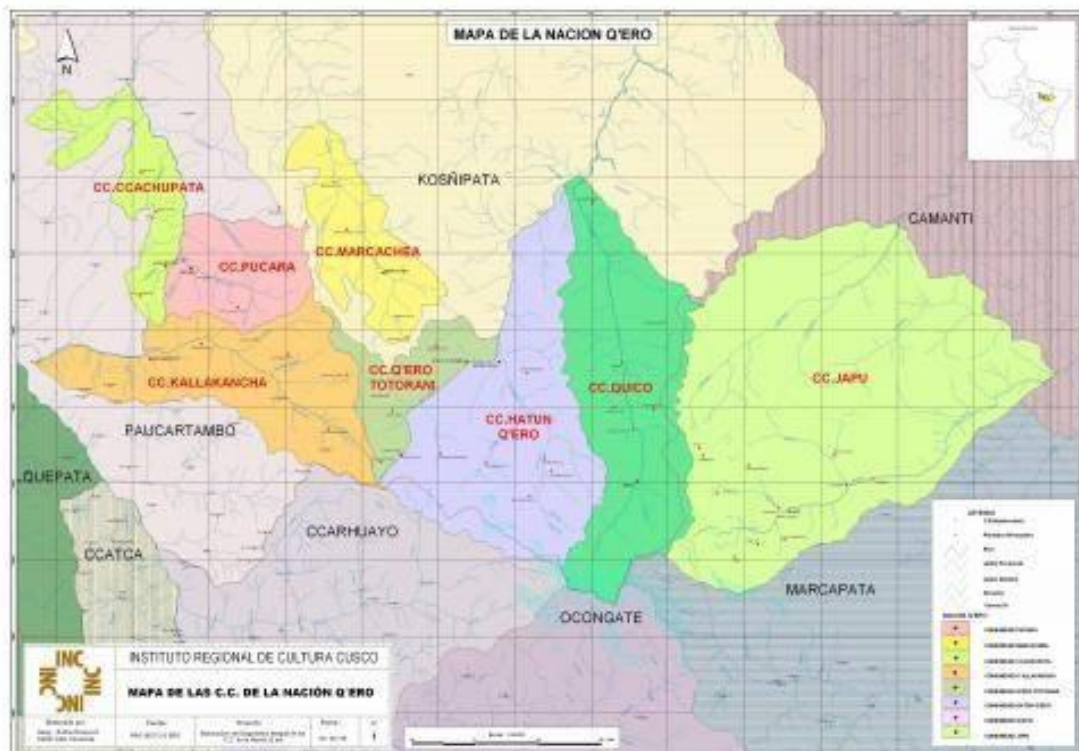


Figura I-1 Mapa de las comunidades de la Nación Q'ero

Fuente: Instituto Regional de Cultura Cusco. (2005). Diagnóstico integral de las comunidades de la Nación Q'ero. Cusco.

La Comunidad de Quico se halla aproximadamente a 190 kilómetros al noreste de la ciudad del Cusco, en la parte oriental de la Cordillera de los Andes. El área está en dirección a los tributarios altos de la cuenca del Amazonas, entre los 71° Longitud Este y 13° Latitud Sur, en las coordenadas UTM 8510000 – 8540000 y 220000 – 280000. Cuenta con 8 anexos o sectores los cuales son: Quico Grande, Quico Chico, Canchayoc, Pallchayoc, Aychampita, Escopetani, Upispata, Sompero. En la

actualidad la Comunidad Quico como toda la Nación Q'ero es uno de los pueblos más aislados y empobrecidos de la Región Cusco y por ende del país. El número de familias en dicha comunidad es de 140, aproximadamente 750 personas, con un porcentaje poblacional del 21% de la Nación Q'ero.

La geografía de la zona se caracteriza por ser accidentada, con cumbres escarpadas y altiplanicies; micro cuencas alto andinas, terrazas con relieve suave y valles profundos hacia la ceja de selva. El clima en general es frío, temperaturas con caídas abruptas por debajo de cero grados, creando condiciones de heladas.



Figura I-2 Comunidad de Quico

Fotografía: Propia

El acceso a esta comunidad se da por la ruta de la carretera Transoceánica; Cusco - Puerto Maldonado, pasando por los centros poblados de Urcos y Ocongate, hasta Chectacucho, desde este poblado existe una carretera afirmada de 17 km. hasta Quico o por la ruta de Paucartambo - K'allakanca (26 km., y se llega a través de una carretera afirmada, el tránsito de vehículos a esta comunidad se hace principalmente los domingos para la feria comunal), luego se va por dos rutas peatonales, la primera va desde K'allakanca, Chunchubamba, Abra Pampaccasa, Chua Chua, Challmachimpana, Ccochamocco, Ccollpacucho hasta llegar a Quico que son 75 km. aproximadamente, la otra ruta que es más larga es de K'allakanca, Abra de Huillcacunca, Tandaña, Q'ero Totorani, Hatun Q'ero hasta Quico que son 90 km. aproximadamente.

La comunidad de Quico, como en todas las comunidades de la Nación Q'ero predomina la deficiencia y la insuficiencia de los servicios de saneamiento básico. Esta comunidad cuenta con servicio de agua entubada, sin tratamiento; cada casa cuenta con instalación domiciliaria y una pileta pública. En el caso del servicio de desagüe,



solo 3 a 4 viviendas cuentan con este, y la eliminación de residuos sólidos se realiza a campo abierto. Referente al servicio eléctrico, la comunidad contaba con una planta (mini hidroeléctrica) propia, aprovechando una caída de agua. Esta cubría aproximadamente el 70% de las viviendas y para el servicio público con postes y tendido eléctrico usado en fiestas; pero se malogro hace dos años, y el costo de los repuestos son elevados, por ende, esta planta está abandonada. Las viviendas son precarias, construidas con piedra, barro y paja, agrupadas de 5 a 7 viviendas en cada terraplén.

La situación de los medios de comunicación en la comunidad de Quico es nula, esto quiere decir que no cuenta con servicio de correo, telefonía fija, telefonía móvil, internet, ni radio frecuencia.

La comunidad de Quico cuenta con un puesto de salud piloto, la cual culminó su construcción a comienzos del año 2013 que fue financiada por la Municipalidad Provincial de Paucartambo. En agosto del 2015 empezó a funcionar dicho establecimiento de salud con la denominación de puesto de salud piloto.

El puesto de salud cuenta con 7 ambientes equipados, se tiene de personal a un licenciado en enfermería y un técnico en enfermería. No cuenta con médico general ni mucho menos médico especialista, debido a esto no se brinda una atención adecuada, porque el licenciado y/o la técnica diagnostican según los síndromes mas no hacen una evaluación completa del paciente.

Este Puesto de Salud cubre la atención a los 8 anexos antes mencionados en el segundo párrafo capítulo y los anexos más cercanos de las Comunidades de Japu y Hatun Q'ero, que son aproximadamente 350 a más personas, teniendo aproximadamente a 1000 usuarios del servicio de salud. El personal del Centro de Salud de Paucartambo (MINSA) brinda servicios esporádicos especialmente con campañas de inmunización y control de peso y talla.



Figura I-3 Jurisdicción del puesto de salud de Quico

Fuente: Puesto de salud de Quico

La microred de Paucartambo dependiente de Ministerio de Salud, se ubica en la capital del distrito de la provincia del mismo nombre, constituido por 15 Establecimientos de Salud del MINSA y un Establecimiento de EsSalud

- 3 Centros de Salud
- 10 Puestos de Salud
- 2 Puestos de Salud Piloto
- 1 Centro médico EsSalud

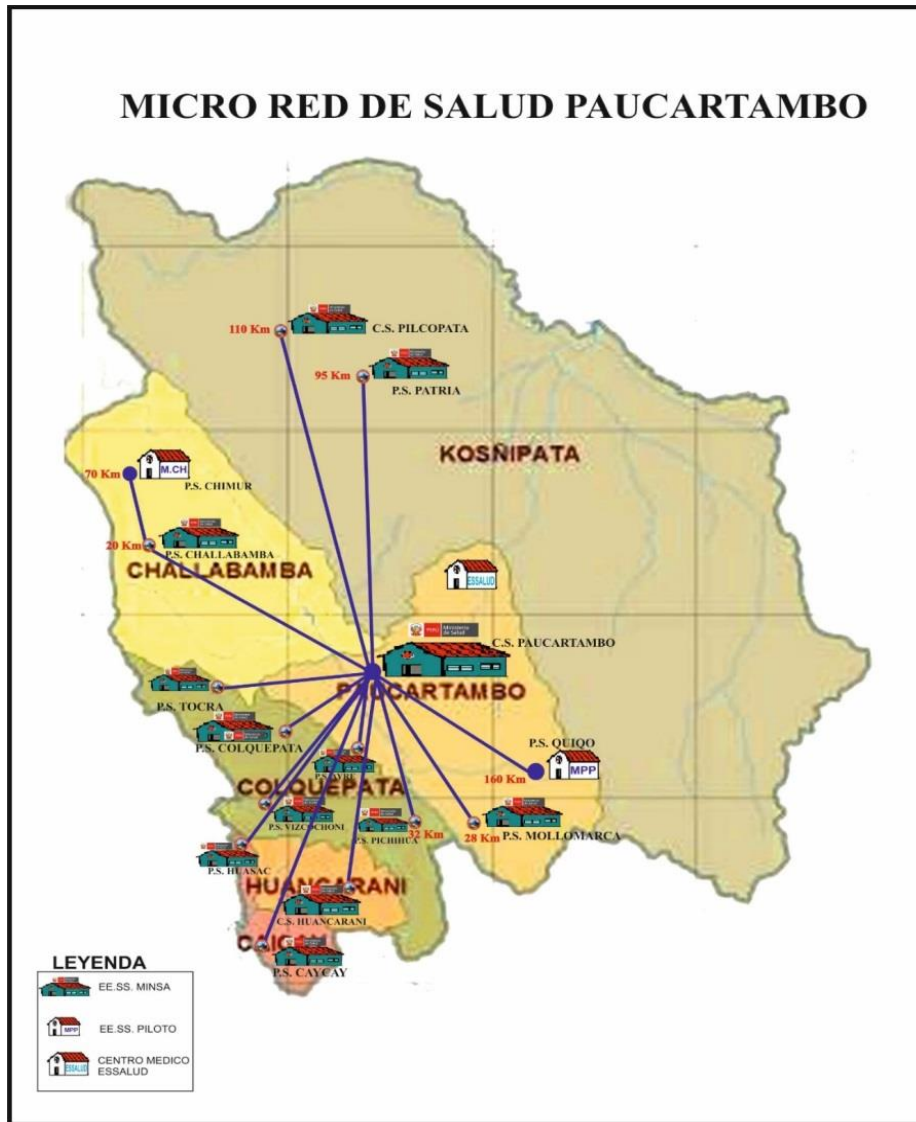


Figura I-4 Mapa de la microred de salud Paucartambo

Fuente: Microred Paucartambo - Cusco

Uno de los procesos administrativos más importantes del sistema de salud es el sistema de referencia y contrareferencia, para cumplir con el modelo de atención integral de salud que se basa en principios de universalidad en el acceso, equidad, integralidad de la atención, calidad, eficiencia, respeto a los derechos de las personas, descentralización y participación ciudadana.

La definición del sistema del sistema de referencia y contrareferencia, según el Ministerio de Salud, es el conjunto ordenado de procedimientos asistenciales y administrativos, a través del cual se asegura la continuidad de la atención de las necesidades de salud de los usuarios, con la debida oportunidad, eficacia y eficiencia, transfiriendo de la comunidad o establecimiento de salud de menor capacidad resolutoria a otro de mayor capacidad resolutoria (NT 018-MINSA).



El sistema de referencia y contrareferencia cuenta con tres unidades productoras de servicios las cuales son Emergencia, Consulta Externa y Apoyo al Diagnóstico, estas unidades son para complementar la atención de salud en un establecimiento de salud de mayor capacidad resolutive. Según los reportes en el año 2015 de la microred de Paucartambo, el 26% de las referencias son por situación de emergencias, 32% por consulta externa y el 41% por apoyo al diagnóstico.

El sistema de referencia y contrareferencia está compuesta de dos procesos:

- El proceso de referencia en el cual, identificada la necesidad de la referencia, se realiza la coordinación con el establecimiento de salud de destino en casos de emergencia, el llenado de la hoja de referencia (datos del paciente, resumen de historia clínica y datos de la referencia) y se traslada al establecimiento de salud de destino acompañado de un personal de salud en casos de emergencia. El establecimiento de salud de destino recibe al usuario referido, se registra la referencia y se completa el llenado de la hoja de referencia y finalmente el paciente es atendido.
- El proceso de contrareferencia se da al culminar la atención del paciente referido en el establecimiento de salud de destino, realizando el llenado de la hoja de contrareferencia, con el cual envía o devuelve la responsabilidad del cuidado de la salud del usuario al establecimiento de salud de origen.

Como el Puesto de Salud de Quico pertenece a la microred de Paucartambo, debería darse la referencia hacia el centro de salud de Paucartambo sin embargo debido a la lejanía de la zona y el difícil acceso a esta, la referencia en casos de emergencia se realiza al centro de salud de Ocongate que pertenece a la microred de Ocongate, ambos pertenecen a la Red Sur del MINSA-CUSCO y se tiene solicitado que se realice un convenio con la Red Sur para que estas referencias sean directas sin ningún obstáculo según el informe realizado N°009-2015-P.S.Q-MRP-MPP por el personal de salud de Quico. Así mismo, al ser este ámbito considerado extremadamente pobre, la población accede al SIS (Sistema Integral de Salud), por lo que las referencias al 100% son por el SIS.

Ambos establecimientos de Salud no cuentan con una red de comunicación, por ello, para poder implementar un sistema de información que optimice a operar los procesos

administrativos del personal de salud, cabe la necesidad como primer paso diseñar y proponer un sistema de comunicación para su posterior implementación.

Según la normativa de referencia y contrareferencia en situación de emergencia se debe realizar con una previa coordinación con el establecimiento de salud de destino, en este caso esto no sucede por la ausencia de medios de comunicación. Esta ausencia de coordinación implica no poder comunicar sobre el paciente en emergencia, ni transferir información de requerimientos de personal y materiales para tomar acciones y acondicionamiento para la atención del paciente referido. Tampoco se realiza el monitoreo del paciente al llegar al establecimiento destino, ni se cuenta con una información actualizada de la existencia y disponibilidad de la capacidad resolutive según lo requiera el caso de emergencia. Para llenado de la hoja de referencia, lo realizan de forma manual, algunas hojas de referencia no son llenadas en su totalidad, otras son llenadas incorrectamente o son ilegibles, lo cual dificulta el registro de datos al momento de la recepción del usuario. Otro problema observado es el extravió de las hojas de referencia, por tanto, no pueden ser archivadas e impiden el registro respectivo de estas. El proceso de contrareferencia se omite por la dificultad en comunicación entre ambos establecimientos de salud.

SERVICIO		NOMBRES Y APELLIDOS		D.N.I.	EDAD	SEXO	PROCEDENCIA	N	C	R	DIAGNOSTICO O MOTIVO DE LA CONSULTA	TRATAMIENTO	Nº AFILIACION SIS	Nº RECIBO	Nº DE INDIGENCIA	RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN
07/08/16	Arnoldo Samala Medica	62080868	6	X	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
08/08/16	Yuri Mamay Piza	74055237	24	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
08/08/16	Yuri Mamay Piza	74055237	24	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
09/08/16	Paula Corallo	63413158	75	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
09/08/16	Paula Corallo	63413158	75	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
09/08/16	Paula Corallo	63413158	75	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
10/09/16	Paula Corallo	63413158	75	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.
11/09/2016	Paula Corallo	63413158	75	F	Quico 6	X	Enfermedad				Enfermedad	Atención				Lic. Lic.

Figura I-5 Llenado manual de atención medica
Fuente: Puesto de salud de Quico



La población de la Comunidad de Quico y anexos es afectada por diversas enfermedades, las que más destacan son las infecciones a las vías respiratorias superiores y complicaciones en el periodo pre natal y parto. Estas infecciones de las vías respiratorias, si no reciben un tratamiento adecuado pueden ocasionar la muerte de las personas. La tasa de mortalidad debido a enfermedades de las vías respiratorias es una de las principales causas que se presentan en provincias que se encuentran ubicadas a mayor altitud como es el caso de Quico. El puesto de salud de Quico no cuenta con las instalaciones adecuadas para un adecuado tratamiento de enfermedades de esta índole. Tampoco cuenta con médicos generales ni serumnistas para realizar una evaluación especializada del paciente, por ello se realizan referencias para la unidad de consultas externas. Por lo tanto, es de fundamental importancia que el licenciado en enfermería o técnico puedan consultar con médicos generales y/o especialistas cuando la toma de decisión sobre derivar o no a un paciente sea difícil o necesite mayor conocimiento especializado.

En relación con lo descrito, se debe desarrollar una sucesión de proyectos que impulsen el uso masivo de tecnologías para mejorar la calidad de vida y prestar servicios básicos a comunidades rurales en la provincia de Paucartambo y demás provincias del departamento de Cusco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo interconectar el sistema de referencia y contrareferencia automatizado en situaciones de emergencia entre el puesto de salud de Quico y el centro de salud de Ocongate?

1.2.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál de las soluciones tecnológicas de comunicación se adapta mejor al medio geográfico entre los dos establecimientos de salud?
- ¿Cómo se transfiere la información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate?
- ¿Cómo se realiza y registra la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate?



1.3.OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de comunicación por medio de radioenlaces para la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el Puesto de Salud de Quico y el Centro de Salud de Ocongate.

1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la solución tecnológica de comunicación adecuada, que se adapte a las condiciones de ambos establecimientos de salud.
- Diseñar un sistema para la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate.
- Desarrollar una herramienta informática, la cual facilite y gestione la transferencia de información para el sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia.

1.4.ALCANCE

- Se realizará simulación básica del sistema de comunicación donde se podrá verificar la transferencia de datos mediante el aplicativo de referencia y contrareferencia.
- Proponer el diseño de la mejor alternativa para la implementación de una red de comunicación en zonas rurales de difícil acceso, así como contribuir al desarrollo de la tecnología en nuestra región

1.5.DELIMITACIÓN

- Precisa el diseño de la propuesta red de comunicaciones mas no la implementación física.
- La simulación del sistema de comunicación se realizará en un medio físico más accesible al lugar de estudio.



1.6.JUSTIFICACIÓN

La Nación Q'ero considerada como el "Último Ayllu Inca" por las características peculiares que conservan de la cultura milenaria andina. La comunidad de Quico está aislada y olvidada por el estado, como la mayoría de los poblados rurales del departamento de Cusco, la comunicación no está establecida, los medios de comunicación (telefonía, internet, correo) no llegan a dichos poblados rurales, especialmente a las comunidades alejadas que se encuentran en constante crecimiento, y uno de los sectores más afectados es el de salud.

Existen muchos casos de emergencia que no son atendidas correctamente por la falta de médicos especialistas y comunicación con otros Centro de Salud de mayor categoría, donde si cuentan con especialistas.

Las dificultades que se presentan son la falta de atención especializada y en la referencia los problemas son la inconsistencia y perdida de información, y la omisión de la contrareferencia.

Las distancias en la provincia de Paucartambo, específicamente en la Nación Q'ero son muy extensas, pero esto no debería ser un impedimento para tener una buena comunicación y así poder contribuir en la calidad de atención a los usuarios en el sector salud, ya que con las nuevas tecnologías se puede llevar una mejor comunicación para mejorar la atención a los usuarios.

Con la propuesta de un sistema de comunicación por medio de radioenlace se logrará mejorar la comunicación y transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia y acceder a los servicios básicos de telemedicina entre el puesto de salud de Quico y el centro de salud de Ocongate, y como resultado se brindará a los usuarios una mejor e inmediata atención. El aplicativo de referencia servirá para que los datos sean precisos y no exista inconsistencia en la hoja de referencia, para que la información de las hojas de referencia no se extravíen y sean registradas correctamente, y se cumplirá con el proceso de contrareferencia; también se facilitara el envío de los reportes de información de atenciones y las incidencias que se deben entregar al MINSA. El servicio de Telemedicina permitirá brindar servicios básicos de salud como son teleconsulta a distancia en tiempo real.



El diseño de una red de comunicación para interconectar el sistema de referencia se hará con equipos de especificaciones exacta para la zona geográfica y para las condiciones climáticas.

Por ello, la propuesta de un sistema comunicación por medio de radioenlace para la referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia y servicio de telemedicina para el puesto de salud de Quico al centro de salud de Ocongate, establecerá precedentes para la solución y mejora de la atención de pacientes en puesto de salud de Quico. Por ende, poder lograr asegurar de mejor manera la continuidad de la atención de las necesidades de los usuarios, con debida oportunidad, eficiencia y eficacia en el puesto de salud de Quico y que sirva para el desarrollo de futuros proyectos en la provincia de Paucartambo, como en toda la región Cusco.

RELEVANCIA APLICATIVA: Consiste en proponer un sistema comunicación por medio de radioenlace para la referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y el centro de salud de Ocongate. Dicha propuesta puede mejorar la accesibilidad a los servicios integrales que conforman el sistema de salud, no solo puede servir para la referencia y contrareferencia de pacientes, también para diversos procesos del servicio de salud como telemedicina, envío de datos estadísticos, etc. Por otro lado, el sistema de comunicación propuesto podrá servir para implementar proyectos en salud, educación, turismo vivencial, turismo místico y comercio. Así mismo, se puede usar la propuesta para implementar en otros poblados de nuestra región que tengan características semejantes a las de Quico.

RELEVANCIA CIENTIFICA: Presentar la propuesta de una infraestructura de red de comunicación adecuada para implementar el sistema de referencia y contrareferencia de pacientes y servicios básicos de telemedicina para el puesto de salud de Quico, validándolo mediante una simulación de red.

RELEVANCIA SOCIAL: Mejorar la calidad de servicio de salud de los pobladores de la comunidad de Quico y los anexos cercanos de las comunidades de Japu y Hatun Q'ero, atendiendo las verdaderas necesidades de salud, adaptando la entrega de servicios a las condiciones que presentan los establecimientos de salud y por tanto mejorando el funcionamiento del sistema de salud. También ayudando disminuir los



motivos de viajes y optimizando los procesos y actividades de los trabajadores del puesto de salud de Quico.

1.7.METODOLOGÍA

Se utilizará para esta tesis una investigación aplicada desde el punto de vista de resultado del proyecto. La investigación aplicada es la que genera conocimientos o métodos dirigidos al sector productivo de bienes y servicios, ya sea con el fin de mejorarlo y hacerlo más eficiente, o con el fin de obtener productos nuevos y competitivos.

Para la presente tesis se aplicará la investigación, desarrollo e innovación, más conocida como I+D+i, que es un concepto recientemente adaptado a los estudios relacionados con el avance tecnológico e investigativo centrados en el avance de la sociedad, siendo una de las partes más importantes dentro de las tecnologías informativas. Abarca todas las actividades metódicas y sistemáticas con el cometido de adquirir más conocimientos reales (Schröder, 1973). Como actividad científica y tecnología tiene un gran valor e implica la creación de nuevo conocimiento que innegablemente es la clave del desarrollo social y económico (Fuentes & Arguimbau, 2008). Actualmente se describe como el corazón de las tecnologías, de la información y comunicación. En dicha investigación el desarrollo de la tecnología es la puesta en marcha de una nueva tecnología para la resolución de un problema conocido.

Al aplicar este concepto a los sistemas y procesos, se tendrá un ciclo completo de un sistema de investigación donde los agentes disponen de recursos financieros, humanos y materiales con la finalidad de obtener unos resultados. La aplicación práctica de estos logros permite usar industrialmente las novedades, generando nuevos procesos y productos. Por estos motivos no se tiene una hipótesis; por ende, tampoco variables; debido a que es una propuesta de un proyecto de comunicaciones.

Como metodología de desarrollo usaremos la metodología ágil SCRUM, es una metodología de adaptación, iterativa, rápida, flexible y eficaz, diseñada para ofrecer un valor significativo de forma rápida en todo el proyecto; garantiza transparencia en la comunicación y crea un ambiente de responsabilidad colectiva y de progreso continuo (SCRUMStudy, 2013). Sus fases son:



- Fase 1: Iniciar
- Fase 2: Planificar y estimar
- Fase 3: Implementar
- Fase 4: Revisión
- Fase 5: Retrospectiva

Con la metodología de diseño de red Top-Down realizaremos el diseño de la red de comunicación. Esta metodología es una estrategia para procesar información y conocimiento, estableciendo una serie de niveles de mayor a menor complejidad que dé solución al problema. Sus fases son:

- Fase 1: Analizar Requerimientos
- Fase 2: Desarrollar Diseño Lógico
- Fase 3: Desarrollar Diseño Físico
- Fase 4: Probar, optimizar y documentar diseño
- Fase 5: Implementar y probar la red
- Fase 6: Monitorear y Optimizar la Red



1.8.MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>GENERAL</p> <p>¿Cómo interconectar el sistema de referencia y contrareferencia automatizado en situaciones de emergencia entre el puesto de salud de Quico y el centro de salud de Ocongate?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Proponer un sistema de comunicación por medio de radioenlaces para la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el Puesto de Salud de Quico y el Centro de Salud de Ocongate.</p>	<p>METODOLOGÍA: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICATIVA</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: NO EXPERIMENTAL</p> <p>TÉCNICAS Observación Encuestas: Cuestionario no estructurado</p>	<p>POBLACION: Hojas de referencia y contrareferencia.</p> <p>MUESTRA NO PROBABILÍSTICA: Trabajadores que interactuaran con el sistema de referencia y contrareferencia.</p>
<p>ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Cuál de las soluciones tecnológicas de comunicación se adapta mejor al medio geográfico entre los dos establecimientos de salud? ○ ¿Cómo se transfiere la información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate? ○ ¿Cómo se realiza y registra la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate? 	<p>ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la solución tecnológica de comunicación adecuada, que se adapte a las condiciones de ambos establecimientos de salud. • Diseñar un sistema para la transferencia de información del sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia entre el puesto de salud de Quico y centro de salud de Ocongate. • Desarrollar una herramienta informática, la cual facilite y gestione la transferencia de información para el sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situación de emergencia. 		

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.1.1. SISTEMA DE REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA

El Sistema de Referencia y Contrareferencia (SRC) es el conjunto ordenado de procedimientos asistencial y administrativos, a través del cual se asegura la continuidad de la atención de las necesidades de salud de los usuarios, con la debida oportunidad, eficacia y eficiencia, transfiriéndolo de la comunidad o establecimiento de salud de menor capacidad resolutive a otro de mayor capacidad resolutive.

2.1.1.1. REFERENCIA

La Referencia es un proceso administrativo-asistencial mediante el cual el personal de un establecimiento de salud, transfiere la responsabilidad de la atención de las necesidades de salud de un usuario a otro establecimiento de salud de mayor capacidad resolutive y cuando el agente comunitario o las organizaciones sociales, identifican signos de peligro o alarma o factores de riesgo en usuarios y su necesidad de traslado, desde su comunidad hacia un establecimiento de salud del primer nivel de atención para que sean atendidos (Ministerio de Salud, 2005).

A RESPONSABLE DE LA REFERENCIA

A nivel establecimiento de salud: Corresponde al personal de salud que brinda la atención (medico, profesional de la salud no médico o técnico de salud) la cual termina hasta que se inicie la atención en el establecimiento de destino de la Referencia. Con las siguientes obligaciones:

- a. Decidir la referencia del usuario, basándose en las guías de atención previamente establecidas en función de la capacidad resolutive del establecimiento de acuerdo a su nivel de complejidad.
- b. Elegir el establecimiento de destino de la referencia para lo cual utilizara los criterios de referencia, las tablas de información de los recursos de soporte, la cartera de servicios y los flujos de referencia de usuarios entre



establecimientos de salud. La Unidad u Oficina de Referencias o la que haga sus veces, decidirá en última instancia el establecimiento destino hacia el cual se dirigirá a la referencia, excepto en los casos de emergencia, en los cuales será el servicio de emergencia el que asuma dicha responsabilidad,

- c. Llenar correctamente la Hoja de Referencia
- d. La comunicación de la necesidad e importancia de la referencia al usuario y/o familiares.
- e. La coordinación y confirmación de la referencia con el área de admisión de su establecimiento.
- f. Indicar el cuidado necesario del usuario durante el traslado, especialmente en caso de emergencia.
- g. Indicar y garantizar el traslado de una referencia de emergencia con el acompañamiento de un personal de salud profesional o no profesional de acuerdo al nivel de complejidad del caso.

B ORIGEN DE LA REFERENCIA

A nivel establecimiento de salud: Cuando el problema de salud del usuario requiere evaluación, tratamiento médico quirúrgico y/o procedimientos de apoyo al diagnóstico, que no corresponden a la capacidad resolutive del establecimiento.

C ESTABLECIMIENTO DESTINO DE REFERENCIA

Es el establecimiento de salud a donde es referido el usuario para la atención de la necesidad y/o problema de salud identificado, a través de las unidades productoras de servicios (Emergencia, Consultorios externos y Apoyo al diagnóstico), el cual puede ser: Puesto de Salud, Centro de Salud, Hospital I, Hospital II, Instituto Especializado.

D UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DESTINO DE LA REFERENCIA

Son las Unidades Productoras de Servicios del establecimiento destino de la Referencia, a las que podrán ser referidos los usuarios:



- a. Consulta Externa: Cuando el problema de salud del usuario requiere de la atención en consulta externa de otro establecimiento de salud de mayor complejidad.
- b. Emergencia: Cuando el usuario según criterios de clasificación de emergencia, presenta signos y síntomas que indican gravedad, riesgo de perder la vida o posibilidad de quedar con secuelas invalidantes, y se requiere de la atención inmediata para estabilizarlo y/o luego referir en caso se complique y/o no se pueda manejar adecuadamente por escasa capacidad resolutive del establecimiento de salud. Así mismo, decepcionará algunos casos que requieran continuar con su hospitalización y manejo especializado, así como aquellos que a criterio del personal de salud teniendo criterios de urgencia requiera ser referido.
- c. Apoyo al Diagnóstico: Cuando el usuario requiere para su confirmación diagnóstica, seguimiento o control, de una prueba o examen que no se practica en el establecimiento de salud de origen y requiere ser enviado a una Unidad Productora de Servicio de apoyo al diagnóstico en un establecimiento de mayor complejidad.

E PROCEDIMIENTOS DE LA REFERENCIA

- A nivel del establecimiento origen de la Referencia

Actividades Específicas, del Establecimiento de origen cuando decide referir a un paciente en caso de Emergencia:

- a. La referencia en situación de emergencia se ejecutará con la oportunidad necesaria para no agravar la situación de salud del paciente, así como garantizar el cuidado durante su traslado.
- b. El establecimiento de salud que refiere debe coordinar detalles del cuidado durante el traslado del usuario con el Jefe de emergencia/ Urgencia o de Guardia del establecimiento de destino, a través de los medios de comunicación más rápidos y directos disponibles.
- c. Se deberá establecer las coordinaciones con la unidad de Referencias Regional o Nacional para la conformidad de la existencia y disponibilidad de la capacidad resolutive cuando el caso lo requiera.



- d. Durante el traslado del usuario al establecimiento de destino, el responsable de la referencia designara a un personal de salud competente según la gravedad del caso. También se solicitará a un miembro de la familia que acompañe al usuario en su traslado. Si no tuviera familiar, puede ser un responsable o un miembro de la comunidad según la pertinencia del caso.
- e. En el establecimiento de destino de la referencia, el personal de salud acompañante del paciente hará firmar la hoja de Referencia por el responsable de la Emergencia, dejando así constancia de la recepción del usuario. Luego una copia de recepción del usuario. Luego una copia de esta será devuelta a la unidad de referencias o la que haga sus veces en el establecimiento de origen, para su archivo en la historia clínica y su registro respectivo.
- f. Si ocurriera el fallecimiento del usuario durante el traslado, este será regresado al establecimiento de origen para los trámites legales y administrativos pertinentes. En caso que requiera necropsia de ley, el cadáver será remitido a la morgue, al médico legista o la autoridad que haga sus veces.

- **A nivel del establecimiento origen de la Referencia**

Actividades Específicas, de los Servicios de Atención de los Usuarios Referidos en caso de Emergencia:

- a. Aceptada la referencia, el Jefe de Guardia o responsable de la atención de la emergencia comunicará al personal médico y de enfermería para la preparación del servicio en el que se dará atención inmediata al usuario referido, según protocolos establecidos.
- b. Presentará la copia de la hoja de referencia a la Unidad de Referencias o quien haga sus veces cada 24 horas con el propósito de que la unidad de referencias actualice su base de datos de los casos de referencia recibida o de las referencias efectuadas.
- c. La unidad de Referencias o quien haga sus veces coordinara con el establecimiento de origen, sobre el estado o situación de salud del paciente, así como su contrareferencia.

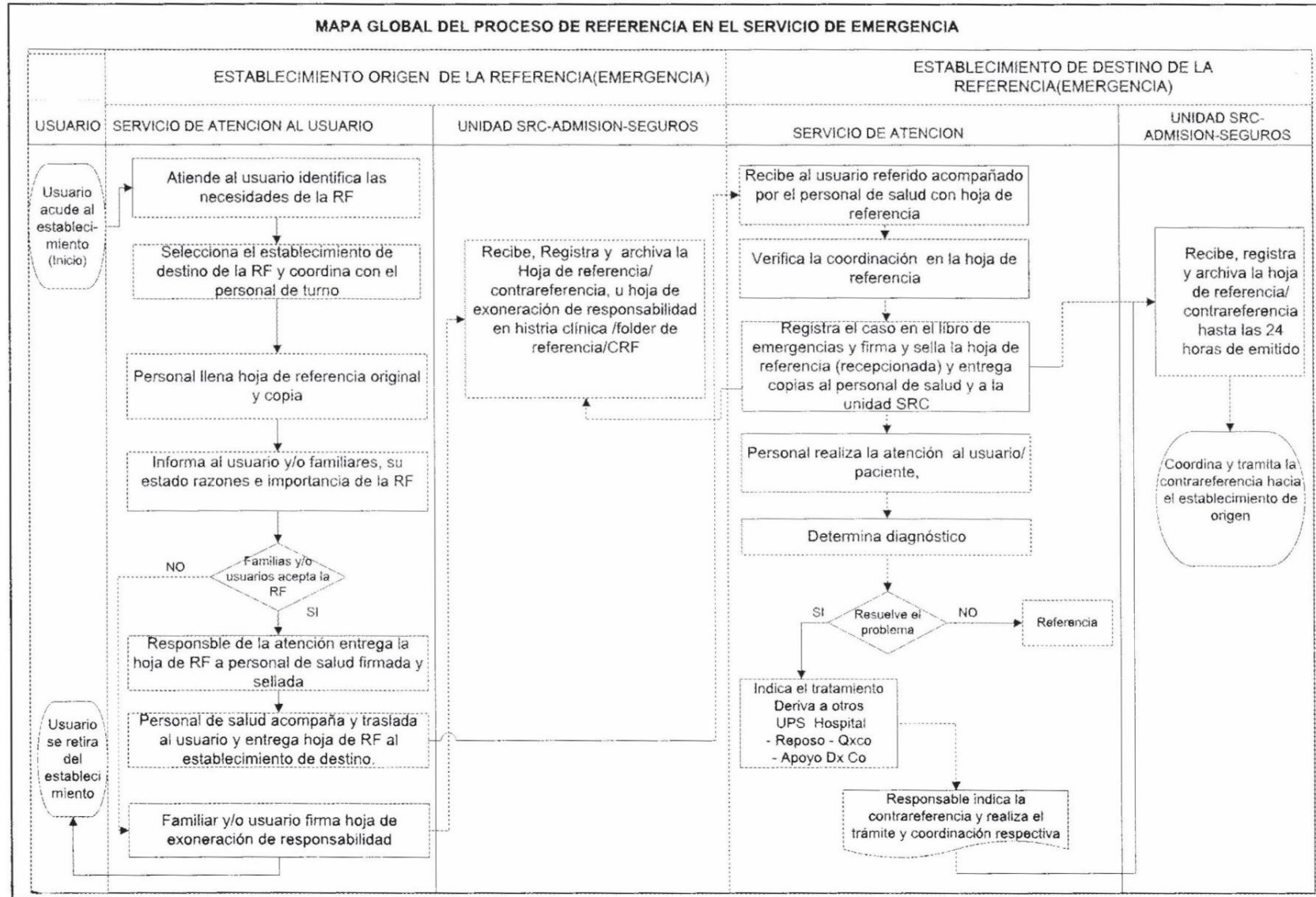


Figura II-1 Mapa global del proceso de referencia en el servicio de emergencia

Fuente: Ministerio de Salud – Norma técnica del sistema de referencia y contrareferencia de los establecimientos del Ministerio de Salud

2.1.1.2. CONTRAREFERENCIA

La contrareferencia es un procedimiento administrativo-asistencial mediante el cual, el establecimiento de salud de destino de la referencia devuelve o envía la responsabilidad del cuidado o el resultado de la prueba diagnóstica, al establecimiento de salud de origen de referencia o del ámbito de donde procede el paciente, porque cuentan con la capacidad de manejar o monitorizar el problema de salud integralmente (Ministerio de Salud, 2005).

A RESPONSABLE DE LA CONTRAREFERENCIA

Es el médico, otro profesional de salud o técnico capacitado, que atiende al usuario referido y que decide su contrareferencia de acuerdo los procedimientos.

También informa sobre la condición de egreso del usuario auto dirigido al establecimiento que corresponda.

B CONDICIONES DEL USUARIO PARA LA CONTRAREFERENCIA

Las condiciones que determinan la contrareferencia son:

- **Curado:** Cuando se solucionó el problema de salud motivo de la referencia del usuario o se determina la Alta Definitiva del usuario.
- **Mejorado:** cuando se ha resuelto el problema de salud motivo de la referencia en forma parcial, siendo pertinente que el usuario continúe con tratamiento bajo control y supervisión en el establecimiento que realizó la referencia, con baja frecuencia de atenciones.
- **Atendido por Apoyo al Diagnóstico:** Cuando se han obtenido los resultados y/o informes de los exámenes de ayuda diagnóstica solicitadas
- **Retiro Voluntario:** cuando el usuario decide interrumpir la continuidad de su tratamiento en el establecimiento de destino de la referencia, dejando constancia de ello en una Hoja de Exoneración de Responsabilidad. Frente a casos que vayan en contra de la vida del usuario, el responsable del establecimiento comunicara al ministerio publico la decisión del mismo.



- **Deserción:** cuando el usuario abandona o interrumpe la continuidad de su tratamiento en el establecimiento de destino de la referencia, a pesar de los esfuerzos para localizar al usuario y para reiniciar su tratamiento.
- **Fallecimiento:** cuando el usuario fallece durante su tratamiento en el establecimiento de referencia.

C PROCEDIMIENTO DE LA CONTRAREFERENCIA

- Del establecimiento destino de la Referencia

Es el establecimiento de salud donde ha sido atendido el usuario referido y donde se origina la contrareferencia hacia el establecimiento de origen.

Los componentes de las redes de telecomunicación que servirán para el transporte de información del Sistema de Referencia y Contrareferencia.

Las actividades generales que se deben realizar para ejecutar la contrareferencia son:

- a. Determinar la condición del usuario y decide la contrareferencia del mismo.
- b. Informa al usuario que su problema de salud ha sido solucionado total o parcialmente, las condiciones de su salud actual y la necesidad de retomar a su establecimiento de origen o de continuar con el tratamiento, seguimiento o control en dicho establecimiento de salud de salud de la red.
- c. Llena la Hoja de Contrareferencia consignando todos los datos referidos al diagnóstico, tratamiento, prescripción, inter consultas, exámenes de laboratorio, de imágenes u otros según corresponda.
- d. Envía el original y dos copias de la hoja de contrareferencia, unidad de admisión o al responsable de SCR según corresponda, para que esta realice las siguientes acciones:
 - i. Recibe las Hoja de Contrareferencia
 - ii. Archiva las contrareferencia (copia) e ingresa los datos.
 - iii. Archiva el original de la Hoja de Contrareferencia en la Historia Clínica e informa y envía la segunda copia de la hoja de contrareferencia al establecimiento de origen.



- e. Educar al usuario sobre la importancia de la continuidad del tratamiento, su control y seguimiento en el establecimiento de destino de la referencia, los aspectos psico-sociales y otro que sean necesarios para su cuidado
- f. Se considera que la contrareferencia es oportuna cuando el establecimiento de origen, recibe la hoja de contrareferencia de un usuario hasta dentro de los primeros 7 días de emitida la hoja de contrareferencia en el establecimiento de salud destino.

Contrareferencia en emergencia

- a. Concluida la atención de emergencia de un usuario, pueden ocurrir las siguientes situaciones: Hospitalización del usuario, manejo ambulatorio del caso o referido cuando el caso se ha complicado y necesita una atención o procedimientos de mayor complejidad.
- b. La hoja de contrareferencia de un usuario referido por emergencia y que ha sido resuelto el daño o controlado será responsabilidad del médico o personal de salud que atendió a emergencia.
- c. El Médico de guardia o personal de salud entregara diariamente las copias de las hojas de contrareferencias a la Oficina o Unidad de Seguros y Referencias o a la Unidad o área que haga las veces.
- d. En algunas ocasiones recibirán las hojas de contrareferencia de nivel de atención superior, los cuales deberán presentarlo a la Oficina o _Unidad de seguros y Referencias, Admisión o a la oficina o área que se ha designado.

- Del establecimiento Origen de la Referencia

Es el establecimiento de salud origen de la referencia, hacia el cual debe llegar la contrareferencia.

- a. Recibir al usuario y solicitar la Hoja de Contrareferencia o decepcionarla directamente de su contraparte del establecimiento de destino.
- b. Adjuntar la Hoja de contrareferencia a la historia clínica.
- c. Indicar al usuario cumpliendo con las indicaciones consignadas en la hoja de Contrareferencia.
- d. Atender al usuario cumpliendo con las indicaciones consignadas en la Hoja de Contrareferencia.



- e. Orientar al usuario sobre su seguimiento y/o control en el establecimiento y la importancia de la continuidad de la atención.
- f. Realizar la visita domiciliaria, en caso de inasistencia del usuario.
- g. En el caso de contrareferencia de resultados de exámenes de apoyo diagnóstico, el personal responsable del traslado de estos debe entregar las hojas de contrareferencia al servicio de admisión para su registro correspondiente y adjuntarlo en la Historia clínica.

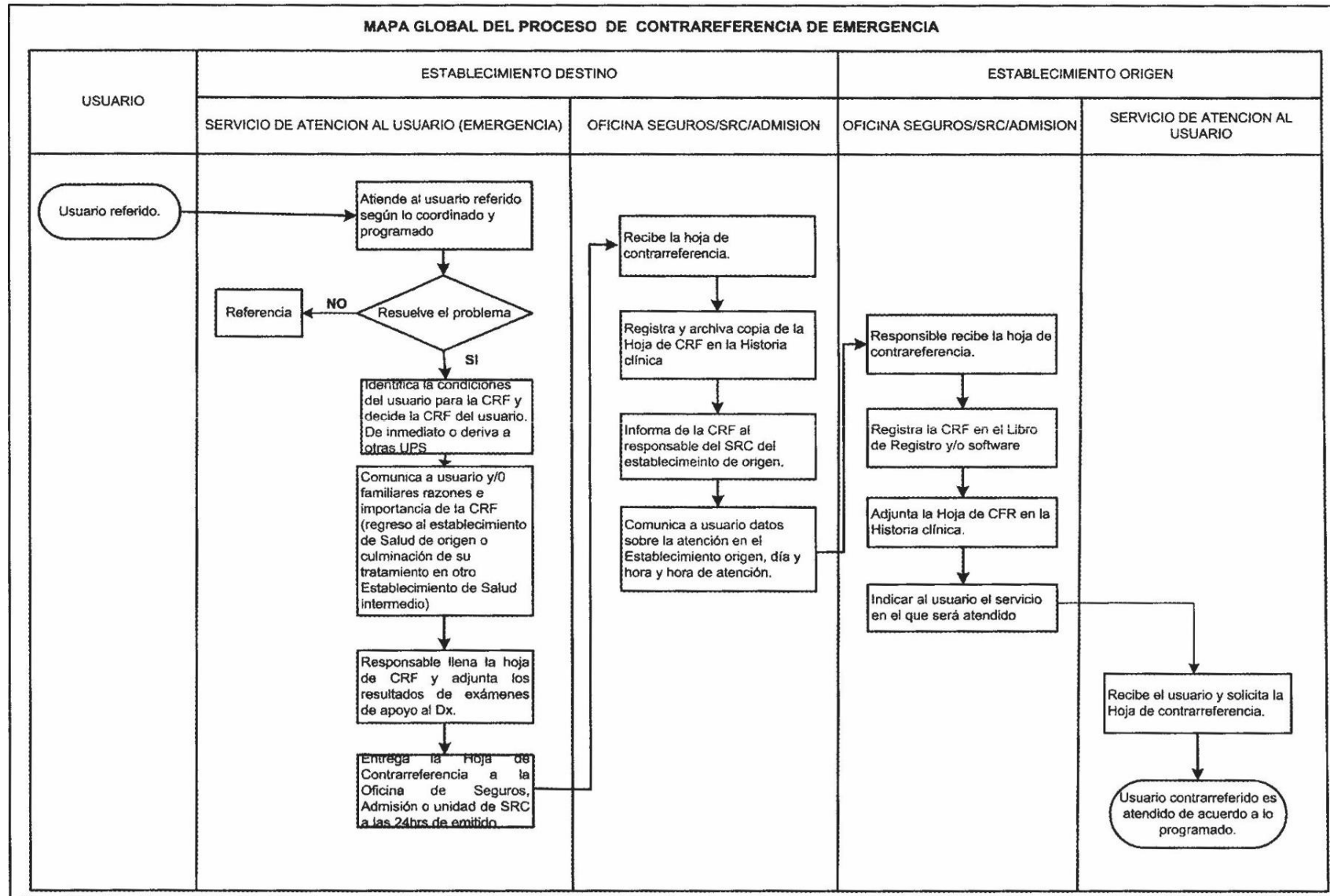


Figura II-2 Mapa global del proceso de contrarreferencia en el servicio de emergencia

Fuente: Ministerio de Salud – Norma técnica del sistema de referencia y contrarreferencia de los establecimientos del Ministerio de Salud



2.1.2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

2.1.2.1. REDES DE COMUNICACIÓN

A ELEMENTOS DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN

- **Terminal:** Se denomina así al equipo o conjunto de equipos usados para intercomunicarse (teléfonos, computadoras, etc.) (Tomasi, 2003).
- **Interfaz:** Puntos de conexión que hay para el o los terminales de la red. (Tomasi, 2003)
- **Medios De Transmisión:** Se denomina así el medio en el cual se transporta la información, también llamados “canales de información” donde se entiende a canal como el medio físico por donde viaja la información de un punto a otro. (Tomasi, 2003)
- **Nodos:** Esta encargado de transportar y gestionar la información de un terminal a otro a través del medio de transmisión. (Tomasi, 2003).

B VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE LAS REDES

La velocidad con la que se transporta la información en el medio físico estará expresada en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), megabits por segundo (Mbps), gigabits por segundo (Gbps). Un bit es la unidad de información que está dada por un dígito binario ya sea este 1 o 0. Un byte estará compuesto de ocho bits o un octeto de bits (Forouzan, 2007).

La velocidad puede variar dependiendo del ancho de banda del canal, el cual se define como el rango de frecuencias, en el cual puede transmitirse esta información de forma efectiva a través del canal y se expresa en Hertzios (Hz), kilohertzios (KHz), megahertzios (MHz) y gigahertzios (GHz). Un hertzio se podría definir como un número de repeticiones por segundo de una onda electromagnética completa. La relación será directa entre ancho de banda y velocidad de transmisión, es decir, a mayor ancho de banda se podrá tener mayor velocidad de transmisión. Dependiendo de la capacidad de las bandas se puede clasificarlas en banda estrecha y banda ancha.

C CLASIFICACIÓN SEGÚN MEDIO DE TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión son los canales de transmisión de la información. Las redes también pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de medio de transmisión que utilicen (Tomasi, 2003). La clasificación es la siguiente:

a Red alámbrica

En esta clasificación se incluye medios físicos como cables par trenzado de cobre, cable coaxial y fibra óptica.

- **Cable de par trenzado de cobre:** Se trata de un par de hilos de cobre aislados trenzados entre si y cubiertos por una malla protectora. Es usado tanto en transmisión analógica como digital. Es el más económico y tiende a usarse en cable de telefonía fija. Su ancho de banda depende de la sección de cobre que use, así como la distancia que tenga que recorrer. Su velocidad dependerá del tipo de cable usado para transmitir.
- **Cable de fibra óptica:** Usan pulsos de luz a través de fibras de cristal para transmitir la información. Está compuesto de una fibra de cristal cilíndrico recubierto por una capa concéntrica de revestimiento, esto protege ante interferencias eléctricas haciendo más rápido la transmisión de datos que en el caso de los cables de cobre ya que la señal no se atenúa ni pierde energía muy rápidamente. Si bien el despliegue de cable de fibra óptica es más caro que los anteriormente mencionados, proporciona una mejor calidad de transmisión.
- **Cable coaxial:** Consiste en un núcleo de cobre envuelto por una capa aislante; a su vez están cubiertos por una malla metálica para proteger de interferencias; este conjunto de cables está recubierto por una capa protectora. Es usado para transmisión de señales de televisión y de datos a alta velocidad para varios kilómetros. Es importante tener en cuenta que para mayor velocidad de transmisión se podrá cubrir menor distancia.

b Redes inalámbricas

En este tipo de redes se usan microondas, luz infrarroja, señales de radio y satélites.



- **Microondas:** Ondas de radio de alta frecuencia. Viajan en línea directa, es decir, para transmitir entre transmisor y receptor debe haber línea de vista. Las curvaturas e inflexiones del terreno muchas veces impiden esta línea de vista; por lo tanto, se tendrán que usar antenas más altas y también se hace uso de repetidores si persiste el problema.
- **Luz infrarroja:** Consiste en la emisión y recepción de haces de luces, el emisor y receptor deben tener vista directa dado que la luz viaja en línea recta y ante una pequeña curvatura se distorsionaría la señal.
- **Señales de radio:** Consiste en la emisión y recepción de señales de radio; por lo tanto, el emisor y receptor deben estar sintonizados a la misma frecuencia. No es necesario visión directa para la transmisión de datos.
- **Satélites:** Consiste en el uso de satélites para transportar la información entre emisor y receptor. Su desventaja es que el costo de utilización del satélite es alto mientras que su velocidad no es tan alta pero su ventaja consiste en que no es necesario tener una red instalada para poder hacer uso de este tipo de red.

D TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA ÁMBITOS RURALES

La infraestructura inalámbrica (Pérez G. , 2007), puede ser construida a menor costo en comparación con las alternativas tradicionales, además de proveer un acceso a la información más sencillo y económico para las comunidades rurales (Pineda, 2009). Los servicios de Voz sobre IP (VoIP) o acceso a Internet de alta velocidad hacen que los pobladores de las áreas rurales sean partícipes en el mercado global en donde las transacciones son veloces, esta realidad se está construyendo sobre redes inalámbricas. Las llamadas, el correo electrónico y otros servicios de datos pueden establecerse a un bajo costo.

Incluso redes inalámbricas comunitarias sin acceso a Internet tienen un gran valor, ya que permiten la colaboración a grandes distancias y la participación de las comunidades en la construcción de la red extiende el conocimiento y la confianza en sus pobladores.

Dentro de los protocolos de redes inalámbrica, la familia 802.11 (802.11a, 802.11b, y 802.11g) o Wi-Fi (Wireless-Fidelity) es una de las principales y difundidas por la interoperabilidad de equipos de distintos fabricantes.

Al mismo tiempo, productos y estándares más sofisticados (tales como 802.11n, 802.16, MIMO, y WiMAX) prometen incrementos importantes en velocidad y alcance por disponer de un mejor rango y la exención de licencias de la banda ISM 2,4GHz (banda no licenciada en Perú). Otras tecnologías de interés son Bluetooth para redes PAN y HomeRF para Home-Networking, ver Figura II-3.

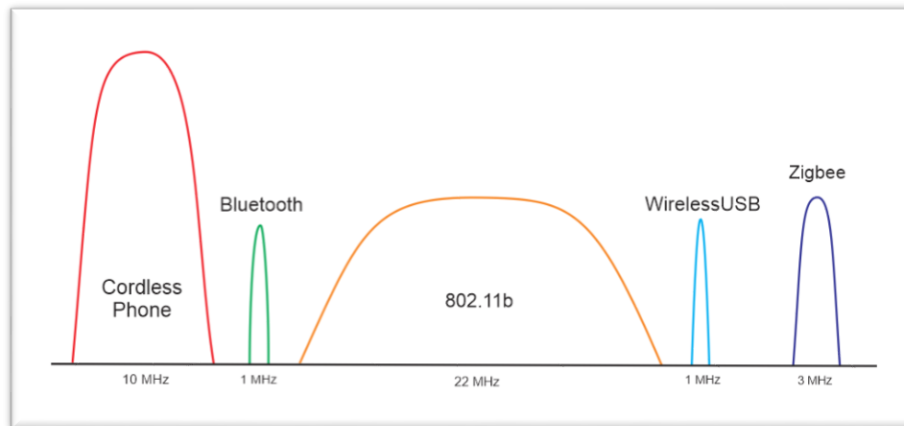


Figura II-3 Señales de sistemas Wireless operando en banda de 2.4 Ghz
 Fuente: Computer USB del producto Fabricante & Mayor de China. (26 de noviembre de 2015).
 Obtenido de <http://www.usb-china.com/es/topic/avoiding-interference-2-4-ghz-band/>

Según los estándares actuales en cuanto a sistemas de radioenlace que trabajan con la tecnología WISP (Wireless Internet Service Provider), actualmente trabajan con el estándar 802.11ac. Esto demarcado por las fabricantes y las normativas que admiten en están bandas de frecuencia como frecuencias libres. En la Figura II-4 se puede observar la distribución de canales soportados en comparación con normativas anteriores.

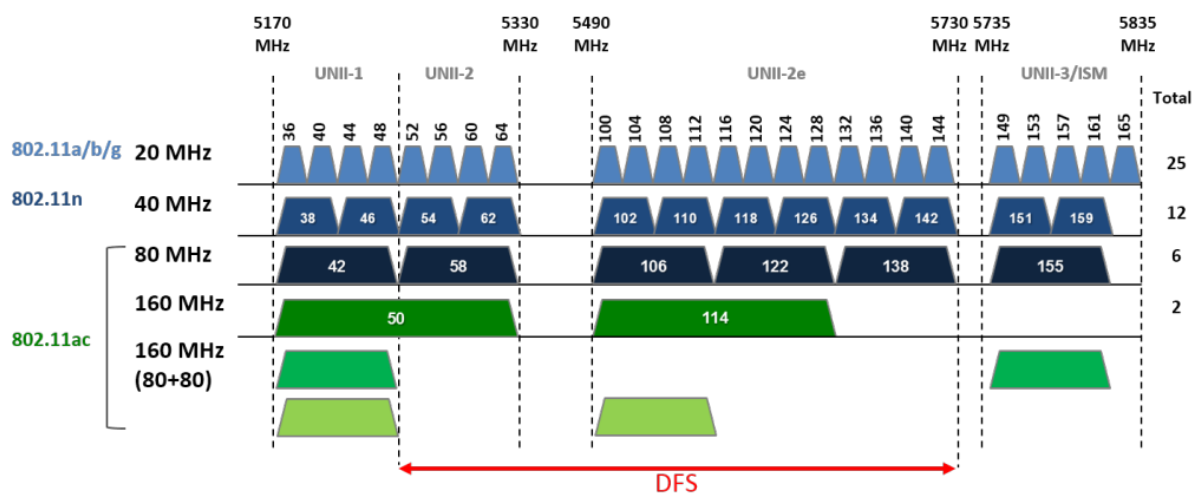


Figura II-4 Estándar 802.11ac
 Fuente: Kamer, G. (2 de setiembre de 2014). Mirazon.
 Obtenido de <https://www.mirazon.com/whats-802-11ac-keep-hearing/>

El estándar IEEE 802.11ac permite velocidades teóricas de hasta 6.9 Gbps en la banda de 5 GHz, o 11.5 veces las de 802.11n (Ver Tabla II-1).

	802.11n	802.11n IEEE Specification	802.11ac Wave 1 Today	802.11ac Wave2 WFA Certification Process Continues	802.11ac IEEE Specification
Band	2.4 GHz & 5 GHz	2.4 GHz & 5 GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz
MIMO	Single User (SU)	Single User (SU)	Single User (SU)	Multi User (MU)	Multi User (MU)
PHY Rate	450 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34 Gbps - 3.47 Gbps	6.9 Gbps
Channel Width	20 or 40 MHz	20 or 40 MHz	20, 40, 80 MHz	20, 40, 80, 80-80, 160 MHz	20, 40, 80, 80-80, 160 MHz
Modulation	64 QAM	64 QAM	256 QAM	256 QAM	256 QAM
Spatial Streams	3	4	3	3-4	8
MAC Throughput*	293 Mbps	390 Mbps	845 Mbps	1.52 Gbps- 2.26 Gbps	4.49 Gbps

* Assuming a 65% MAC efficiency with highest MCS

Tabla II-1 Comparación 802.11ac, Wave 2, Wave 1, 802.11n
Fuente: Cisco Academy. (9 de agosto de 2017). Cisco.

Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/802-11ac-solution/q-and-a-c67-734152.html>

E DISEÑO DE LA RED EN ZONA RURAL

Las zonas rurales aisladas son el contexto vital de más de la mitad de la población nacional, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y acceso a la información. La pretensión de proveer a estas zonas de conectividad a redes de voz y datos ha sido en los últimos años una preocupación de mayor orden de los agentes nacionales, ya que en algunos casos se puede considerar un servicio básico, y en todos es un sustrato de gran importancia para el desarrollo y la promoción humana. No obstante, todos los esfuerzos por generalizar el acceso a redes de comunicación en zonas aisladas del país suelen topar desde los primeros pasos con la ausencia de soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, debido en gran parte a las siguientes características específicas de estos contextos (Grupo de Telecomunicaciones Rurales, 2011).

- No sólo se carece de infraestructura de telecomunicaciones; también suele ser prácticamente inexistente o de mala calidad la infraestructura de electrificación y, en muchos casos las vías de acceso. La necesidad de proporcionar a los sistemas de telecomunicación de alimentación eléctrica

autónoma para garantizar su funcionamiento continuo y su durabilidad los encarece y dificulta su mantenimiento, y la ausencia de vías de acceso también encarece y dificulta tanto el despliegue de redes como su mantenimiento.

- El personal técnico cualificado necesario para el mantenimiento y operación de estas tecnologías suele encontrarse en las ciudades, y resulta cara y difícil con él en estas zonas.
- La población es pobre y dispersa, por lo que no puede soportar los costos de infraestructura caras de instalar, mantener y operar. Tampoco los estados de los países en vías de desarrollo están en condiciones de poder subvencionar la instalación de redes de comunicaciones rurales en pro de la cobertura total, tanto por su falta de recursos como por la enorme proporción que las poblaciones rurales no contribuidas representan en el total.

2.1.2.2.TIPO DE ENLACES INALÁMBRICOS

Dentro de la clasificación de los modos de transmisión del sistema de radioenlaces tenemos los siguientes:

- Enlace punto a Punto
- Enlace Punto a Multipunto
- Enlace Punto a punto con puente intermedio

En la figura II-5 se resume los tres métodos de enlace. En este caso, la conexión de banda ancha básica se coloca en un DATA CENTER(A). De ahí un enlace punto a punto (PtP) es establecido hacia la torre transportada a una estación base remota (B). De allí la conexión de banda ancha es distribuido a un radio estación a múltiples puntos (C) a través de una configuración punto a Multipunto (PtMP).

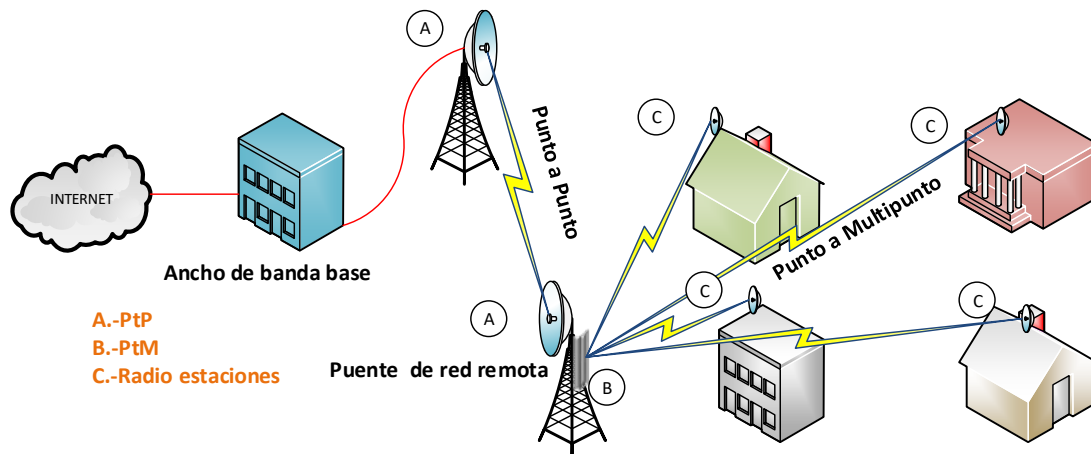


Figura II-5 Resumen de métodos de radioenlaces
Fuente: Elaboración propia

2.1.2.3. FUNDAMENTOS DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS

A LONGITUD DE ONDA INALÁMBRICA

Es importante visualizar el tamaño físico de una señal, porque el tamaño físico de cada señal determina cómo la señal interactúa con su medio ambiente y para el presente proyecto, es importante poder observar el comportamiento de una señal inalámbrica y cómo es propagada de antena a antena dentro de una red inalámbrica.

El tamaño físico de la señal también determina cuán largas o cortas deben ser las antenas para transmitir y recibir; para una señal pequeña la antena será pequeña (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ecuación II-1 Longitud de Onda

Donde:

- λ : Longitud de onda (m).
- c : Velocidad de la luz (m/seg)
- f : Frecuencia de operación (Hz).

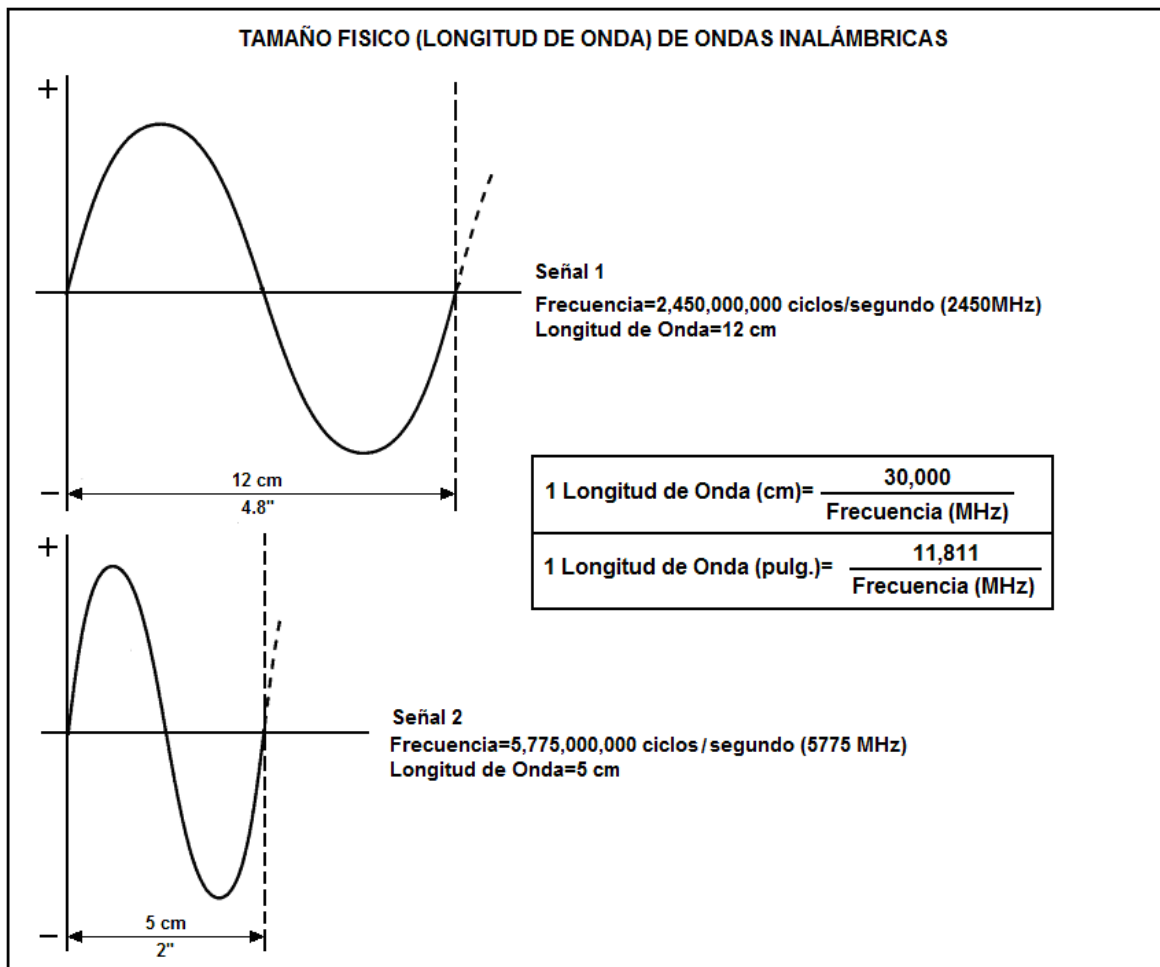


Figura II-6 Longitud de Onda, 2.4GHz y 5.8GHz
Fuente: Frenzel, A.M y otros. (2010) Física de las Ondas Radioeléctricas.

En la Figura II-6, cada ciclo de la señal 1 (2,45 GHz) tiene un tiempo de viaje de 12cm. Entonces la longitud de onda de la señal 1 es de 12cm. La señal 2 está cambiando más rápidamente, cada ciclo de la señal 2 (5.775 GHz) tiene un tiempo de viaje de sólo 5cm, por lo que la longitud de onda de la señal 2 es únicamente de 5 cm. Existe una correspondiente longitud de onda por cada frecuencia inalámbrica. Lo más bajo de la frecuencia es lo más largo de la longitud de onda; lo más alto de la frecuencia es lo más corto de la longitud de onda.

B ATENUACIÓN

En telecomunicaciones, se denomina atenuación de una señal, a la reducción de nivel de una señal sufrida por la misma al circular a través de un elemento de un circuito por cualquier medio de transmisión. La atenuación puede ser acústica, eléctrica u óptica (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

La atenuación suele darse en unidades logarítmicas, de este modo, queda expresada en decibelios por las siguientes fórmulas:

EN TÉRMINOS DE POTENCIA	EN TÉRMINOS DE TENSIÓN
$\alpha = 10 \times \text{Log} \frac{P_1}{P_2}$	$\alpha = 20 \times \text{Log} \frac{V_1}{V_2}$

Ecuación II-2 Atenuación en función de la potencia
Ecuación II-3 Atenuación en función de la tensión

C DIFRANCCIÓN

La difracción es un fenómeno típicamente ondulatorio. La difracción se observa cuando una onda tiene la capacidad de curvarse y esparcirse en los bordes de un obstáculo cuyas dimensiones son grandes en relación a la longitud de onda. Cuando la onda incide sobre un obstáculo todos los puntos de su plano se convierten en fuentes secundarias de ondas, emitiendo nuevas ondas (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

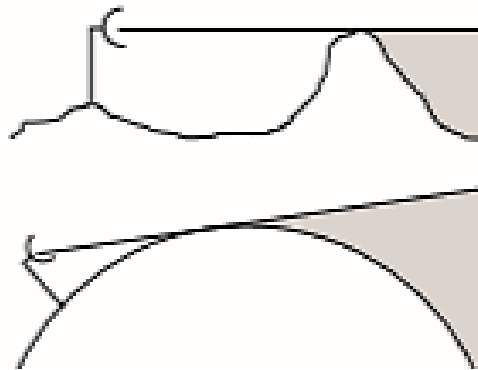


Figura II-7 Difracción causada por la tierra
Fuente: Frenzel, A.M y otros. (2010) Física de las Ondas Radioeléctricas.

D EFECTOS CLIMÁTICOS Y ATMOSFÉRICOS

Las señales inalámbricas deben pasar a través de la atmósfera de la tierra, esta atmósfera está en un medio ambiente dinámico que consiste de cambios de temperatura constantes, cambios de presión, vapor y clima. Estos cambios afectan la propagación de las señales inalámbricas en el camino de las redes inalámbricas (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

E REFRACCIÓN

La refracción es un fenómeno que se observa en todo tipo de ondas. Cuando una onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de dos medios, parte de la onda incidente se refleja, mientras que la otra parte se refracta y penetra en el segundo medio, por lo que la onda cambia de dirección y velocidad (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

En el caso de las ondas de radio, la refracción es especialmente importante en la ionósfera, en la que se producen una serie continua de refracciones que permiten a las ondas de radio viajar de un punto del planeta a otro.

F RUIDO

Se define al ruido simplemente como una señal indeseada que no está conectada con la señal deseada de ningún modo. La señal que se recibe es una señal modificada de la señal que se transmite (Frenzel, Carrasco, Monachesi, & Chaile, 2010).

El Ruido es un factor muy limitante en el rendimiento eficiente de un sistema de comunicaciones y se presenta las siguientes categorías:

- El Ruido térmico
- Ruido de intermodulación
- Crosstalk
- Ruido impulsivo

2.1.2.4. RED PRIVADA VIRTUAL VPN

Una red privada virtual está construida sobre una red pública o dicho de otra manera fuera de una red LAN, lo que permite actuar a los dispositivos de red en dos diferentes redes locales LAN como si estuvieran en una misma red local LAN, lo que permite compartir todos los recursos que trabajan en base a la red implementada en cada red (Academia de Networking de Cisco Systems).

Las redes privadas virtuales han sido clasificadas en tres tipos:

- **VPN de acceso:** Esta red permite el acceso de un usuario remoto, que se encuentra fuera de la red LAN, acceder a los recursos de una red LAN sin necesidad que de la red LAN se acceda a los recursos de red del usuario.
- **VPN intranet:** La red VPN intranet es una red aplicada para distintas redes LAN remotas de una misma empresa o grupo comercial que desean compartir sus recursos de red en ambos sentidos.
- **VPN extranet:** Una red VPN intranet permitirá el acceso a la red LAN desde otra red LAN de un socio comercial con privilegios diferentes a la de una red VPN intranet.

2.1.2.5.ZONA DE FRESNEL

Zona de Fresnel se le denomina al espacio entre transmisor y receptor de radiofrecuencia, de manera que el desfase entre las ondas en dicho espacio no supere los 180° (Pérez, Zamanillo, & Casanueva, 2007).

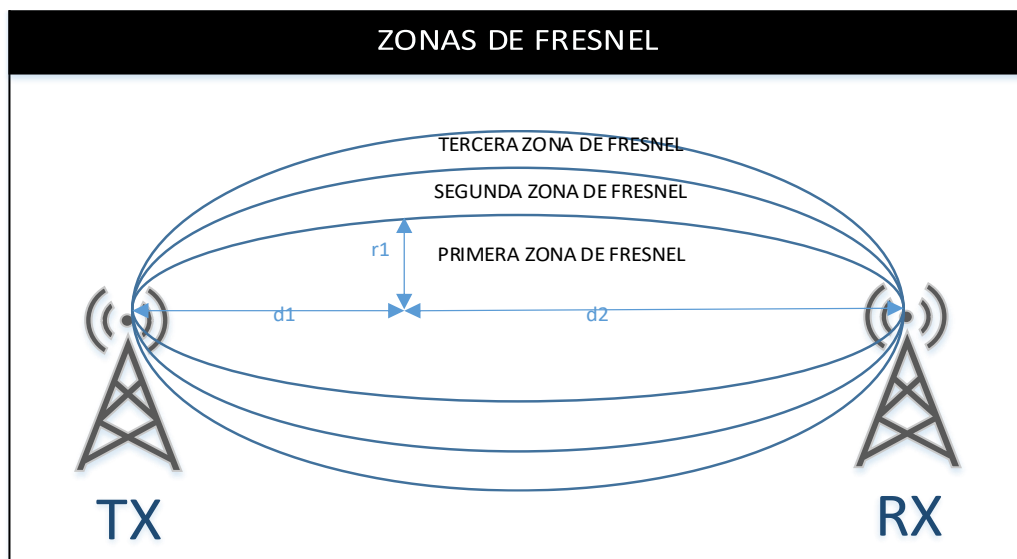


Figura II-8 Zonas de Fresnel
Fuente: Elaboración propia

Además de la importancia de la visibilidad directa entre antenas, Fresnel definió una serie de zonas que hay que tener en cuenta. (Figura II-8). Entonces, cuando se transmite algo en tierra se tiene rebotes en el suelo. Los rebotes pueden contribuir positivamente a la recepción de la señal si llegan en fase y negativamente si llegan en contrafase.

La primera zona contribuye positivamente a la propagación de la onda ya que llega en fase, además, la primera zona concentra el 50% de la potencia de la señal por lo que se debe procurar que llegue lo más íntegra posible al receptor.

La segunda zona contribuye negativamente porque llega en contrafase, la tercera zona contribuye positivamente, la cuarta zona contribuye negativamente y así sucesivamente con el resto de zonas.

La segunda zona contribuye negativamente porque llega en contrafase, la tercera zona contribuye positivamente, la cuarta zona contribuye negativamente y así sucesivamente con el resto de zonas.

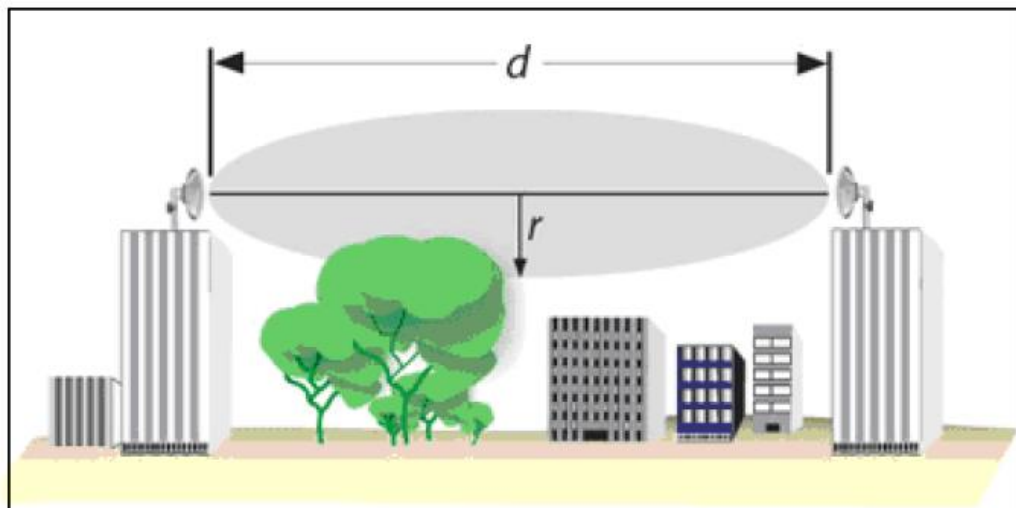


Figura II-9 Zona de Fresnel con obstáculo
Fuente: Bandara, L. (16 de octubre de 2016). Mundo teleco.
Obtenido de <http://mundotelecomunicaciones1.blogspot.pe>

En la Figura II-9 el color gris se representa a la primera zona de Fresnel. Es decir, para conseguir una comunicación a una distancia “d” con una señal portadora de frecuencia f , se debe conseguir que la altura r de la primera zona de Fresnel (o al menos el 60% de r) esté libre de obstáculos.

2.1.2.6.DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE FRESNEL

Para establecer las zonas de Fresnel primero se debe determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea la línea de vista son las zonas de Fresnel (Pérez, Zamanillo, & Casanueva, 2007).

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel se muestra en la Ecuación II-4.

$$r_n = 548 \sqrt{\frac{n \times d_1 \times d_2}{f \times d}}$$

Ecuación II-4 Zonas de Fresnel

Donde:

- r_n es el radio de la n ésima zona de Fresnel [m].
- n es la n ésima zona de Fresnel.
- d_1 es la distancia desde el transmisor al objeto en [Km].
- d_2 es la distancia desde el objeto al receptor en [Km].
- d es la distancia total del enlace en [Km].
- f es la frecuencia en [MHz].

Para un alcance máximo de los equipos usados en radiofrecuencia se tiene ciertas condiciones idóneas. Estas condiciones idóneas son básicamente:

1. Utilización de antenas correctas.
2. Altura correcta donde se colocarán las antenas para respetar la primera zona de Fresnel.
3. Prevención de condiciones climatológicas adversas, en el caso de enlaces en exteriores.
4. Visión directa entre dispositivos de transmisión y recepción.

2.1.3. FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE APLICATIVO

2.1.3.1. BASE DE DATOS

Conjunto de informaciones que está organizado y estructurado de un modo específico para que su contenido pueda ser tratado y analizado de manera rápida y sencilla (Connolly & Begg, 2005).

A LENGUAJE DE CONSULTA DE BASE DE DATOS

Es un lenguaje estandarizado que sirve para definir y manipular los datos de una base de datos relacional. De acuerdo con el modelo relacional de datos, la base de datos se crea como un conjunto de tablas, las relaciones se representan



mediante valores en las tablas y los datos se recuperan especificando una tabla de resultados que puede derivarse de una o más tablas base.

2.1.3.2. PROGRAMACIÓN

A PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La Programación Orientada a Objetos(POO) es una técnica para desarrollar soluciones computacionales utilizando componentes de software , este es un paradigma de la programación de computadores; esto hace referencia al conjunto de teorías, estándares, modelos y métodos que permiten organizar el conocimiento, proporcionando un medio bien definido para visualizar el dominio del problema e implementar en un lenguaje de programación la solución a ese problema (Microsoft, 2016).

La POO se basa en el modelo objeto donde el elemento principal es el objeto, el cual es una unidad que contiene todas sus características y comportamientos en sí misma, lo cual lo hace como un todo independiente pero que se interrelaciona con objetos de su misma clase o de otras clases, como sucede en el mundo real.

B ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO

El entorno de programación es el conjunto de herramientas que soportan la codificación y las pruebas de unidades. Un entorno de desarrollo integrado, es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Estos proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como C#, la cual usaremos para desarrollar el sistema de referencia y contrareferencia (Veracode, 2017).

C LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C#

El C# es un lenguaje de programación orientado a objetos. Algunas de las características del lenguaje de programación C# son: Su código se puede tratar íntegramente como un objeto. Su sintaxis es muy similar a la del JAVA. Es un lenguaje orientado a objetos y a componentes. Armoniza la productividad del Visual Basic con el poder y la flexibilidad del C++. Ahorramos tiempo en la

programación ya que tiene una librería de clases muy completa y bien diseñada (Wagner, 2015).

2.1.3.3.FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES

A FIRMA DIGITAL

Una firma digital no es otra cosa que una secuencia de caracteres que se adjunta al final del cuerpo del mensaje que se pretende transmitir bajo firma. Nos ofrece la posibilidad de informar, dar fe y/o manifestar una voluntad con total validez y seguridad, sin necesidad de encontrarnos de cuerpo presente para estampar sobre un papel nuestra firma manuscrita (Universidad Politécnica de Valencia, 2015).

Una firma digital permite identificar inequívocamente a la persona que emite el mensaje, tener la certeza de que el mensaje se encuentra exactamente igual que como fue emitido al momento de su recepción y que el firmante no tenga la posibilidad de negar el haber firmado el documento. Es decir, una firma digital otorga identidad e integridad a un documento y evita su repudiación en origen.

La firma digital de un documento es el resultado de aplicar cierto algoritmo matemático, denominado función hash, a su contenido y, seguidamente, aplicar el algoritmo de firma (en el que se emplea una clave privada) al resultado de la operación anterior, generando la firma electrónica o digital. El software de firma digital debe además efectuar varias validaciones, entre las cuales se pueden mencionar:

- Vigencia del certificado digital del firmante
- Revocación del certificado digital del firmante
- Inclusión de sello de tiempo.

La función hash es un algoritmo matemático que permite calcular un valor resumen de los datos a ser firmados digitalmente. Funciona en una sola dirección, es decir, no es posible, a partir del valor resumen, calcular los datos originales. Cuando la entrada es un documento, el resultado de la función es un número que identifica inequívocamente al texto. Si se adjunta este número al texto, el destinatario puede aplicar de nuevo la función y comprobar su resultado

con el que ha recibido. No obstante, este tipo de operaciones no están pensadas para que las lleve a cabo el usuario, sino que se utiliza software que automatiza tanto la función de calcular el valor hash como su verificación posterior.

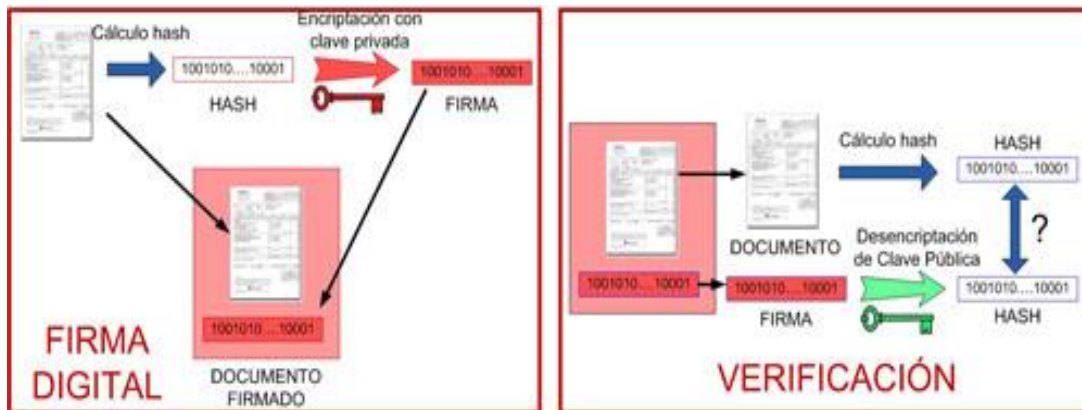


Figura II-10 Firma digital

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia. (s.f.). Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 20 de noviembre de 2016, de <https://www.upv.es/contenidos/CD/info/711250normalc.html>

B CERTIFICADO DIGITAL

Un certificado de clave pública es un punto de unión entre la clave pública de una entidad y uno o más atributos referidos a su identidad. El certificado garantiza que la clave pública pertenece a la entidad identificada y que la entidad posee la correspondiente clave privada. Los certificados de clave pública se denominan comúnmente Certificado Digital, ID Digital o simplemente certificado. La entidad identificada se denomina sujeto del certificado o subscriptor (si es una entidad legal como, por ejemplo, una persona). Los certificados digitales sólo son útiles si existe alguna Autoridad Certificadora (Certification Authority o CA) que los valide, ya que si uno se certifica a sí mismo no hay ninguna garantía de que su identidad sea la que anuncia, y por lo tanto, no debe ser aceptada por un tercero que no lo conozca (Talens-Oliag).

Es importante ser capaz de verificar que una autoridad certificadora ha emitido un certificado y detectar si un certificado no es válido. Para evitar la falsificación de certificados, la entidad certificadora después de autenticar la identidad de un sujeto, firma el certificado digitalmente. Los certificados digitales proporcionan un mecanismo criptográfico para implementar la autenticación; también



proporcionan un mecanismo seguro y escalable para distribuir claves públicas en comunidades grandes.

2.2.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES

ANDINA MARTINEZ, David Fernando

2011 *“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN RADIO ENLACE DIGITAL ENTRE LA REPETIDORA DE TRES CRUCES Y LA ESTACIÓN DE BOMBEO EL SALADO, MEDIANTE UN REPETIDOR PASIVO, PARA OPTIMIZAR LA OPERACIÓN DEL OLEODUCTO TRASECUATORIANO”. Proyecto de grado para obtener el título de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela politécnica del Ejército - Ecuador.*

La Gerencia de Oleoducto es la encargada de transportar eficientemente el petróleo por medio del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), desde la Estación de Bombeo No 1 ubicada en Lago Agrio hasta el Terminal Marítimo de Balao ubicado en Esmeraldas, asegurando la entrega oportuna para la exportación y refinación del mismo; el SOTE está conformado por estaciones de bombeo y estaciones reductoras, ubicadas a lo largo del Oleoducto

El sistema de telecomunicaciones principal del SOTE está conformado por radioenlaces fijos terrestres, proporcionando un sistema confiable de comunicación para la operación de bombeo de petróleo los trescientos sesenta y cinco días del año y permitir el desarrollo del Ecuador.

La implementación del radioenlace permite mejorar la disponibilidad del sistema de telecomunicaciones de la Estación de Bombeo No 3 El Salado, así como garantizar la operación de bombeo de petróleo. Además, beneficia a la Gerencia de Oleoducto en la reducción de costos de operación y mantenimiento del radioenlace.

El diseño e implementación del radioenlace entre la repetidora de Tres Cruces y la estación de bombeo No 3 El Salado es desarrollado en este proyecto.

Los equipos utilizados para la implementación del radioenlace tienen una protección Monitor Hot Stand By, para garantizar la disponibilidad del sistema de telecomunicaciones del Oleoducto y evitar pérdidas económicas, por la interrupción de bombeo de petróleo, por fallos en el mismo.



VILA POZO, Marta María

2012 *“ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE SALUD ESTABLECIMIENTOS RURALES DE PERÚ (CASO ESTUDIO REGIÓN DE LORETO) UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DHIS2”.* Proyecto Fin de Máster para obtener el Máster en Redes de Telecomunicaciones para Países en Desarrollo. Universidad Rey Juan Carlos

El objetivo de este proyecto de fin de máster es la realización de un estudio de viabilidad técnica e institucional de la implantación de un sistema de información de salud basado en la herramienta DHIS2. En él se cubre el registro, el envío, el procesado y la visualización en tiempo real de la información de salud generada en los establecimientos rurales del Departamento de Loreto en Perú.

Este estudio se basa en la información obtenida de la experiencia del Proyecto EHAS-Napo en Perú. Se trata de un proyecto de TIC aplicadas a la Salud en marcha desde el año 2009 que interconecta 16 establecimientos públicos de atención de salud en la cuenca del río Napo. Esta infraestructura de comunicaciones, que en total cubre más de 500 km, ofrece servicios de banda ancha y acceso a Internet, comunicación telefónica y electrificación básica en todos los establecimientos. Actualmente se está ampliando su explotación mediante la puesta en marcha proyectos de tele-medicina con el fin de proporcionar servicios de tele-estetoscopia, tele-microscopía, y tele-ecografía.

El actual Sistema de Información de Salud de la Región de Loreto, donde se enmarca el proyecto EHAS Napo, comprende un gran número de formularios. El personal de atención de los puestos de salud rurales dedica una parte importante de su tiempo a rellenar manualmente la información solicitada desde niveles jerárquicos superiores, sabiendo que van a tener que rellenar los mismos datos en diferentes formularios, y que nunca les va a llegar realimentación de la información enviada. Mediante la implantación de un Sistema de Información apropiado se podría gestionar de un modo más eficiente la recogida de información cubriendo todo el flujo que esta debe seguir y permitiendo al usuario, de cualquier nivel de la jerarquía, realizar un análisis y distribución de la información en un tiempo razonable. Esto mejoraría notablemente la situación de los trabajadores de salud y proporcionaría información de calidad.



En este PFM analizó la información requerida por el Ministerio de Salud en los programas de Vigilancia Epidemiológica y Registro Diario de Atenciones y Otras Actividades. Se estudia el flujo de la misma, desde que se genera en el establecimiento de salud, hasta que es recibida a nivel nacional. Se realiza un estudio en profundidad de la herramienta DHIS2 con el fin de conocer sus capacidades funcionales y analíticas. Por último, se realiza una adaptación de DHIS2 para la región de Loreto.

Siguiendo este proceso se ha conseguido realizar una implementación fiel de los subsistemas de información estudiados, integrándolos en una sola arquitectura, e incluso se ha realizado una propuesta de integración de los subsistemas que reduce de forma considerable la información a recoger por el personal de salud en los formularios. Para ello se han eliminado redundancias e introducido el cálculo de datos agregados a partir de datos individuales de paciente. En base a estos resultados se ha valorado la herramienta de forma positiva dejando una puerta abierta a un análisis más profundo tanto de la realidad del Sistema de Información de Salud de Perú como de la propia herramienta.

GARCÍA MUÑOZ, José

2010 *“ESTUDIO SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ADAPTADO A LAS NECESIDADES DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD RURALES DEL PERÚ”. Proyecto Fin de Máster para obtener el Máster en Redes de Telecomunicaciones para Países en Desarrollo. Universidad Rey Juan Carlos*

La Fundación Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS) ha desarrollado diversas soluciones TIC para proporcionar conectividad y servicios de comunicaciones en diversos países de América Latina, con un enfoque principal en el área de la telemedicina rural. En el año 2007, la Fundación EHAS desplegó una red inalámbrica de banda ancha para el Sistema de Atención Primaria en Salud en la región rural amazónica de Napo, en Perú. La conectividad quedaba garantizada mediante tecnologías WiLD (WiFi modified for Long Distances), al tiempo que se proporcionaban servicios, como telefonía IP, videoconferencia, chat y acceso a Internet, entre otros. La red interconecta 18 establecimientos de salud rurales a lo

largo del río Napo, cubriendo una distancia de más de 500 Km, con el Hospital Regional de Iquitos.

El acceso a las TIC en la red Napo y los servicios que se ofrecen, cuentan con un alto grado de valoración y motivación por parte del personal de salud rural. No obstante, hasta la actualidad, no hay implantada ninguna herramienta capaz de gestionar la información derivada de los protocolos y procesos médicos, los cuales constituyen una de las claves del funcionamiento y eficiencia del sistema sanitario del Napo. Desde siempre, el personal local ha utilizado hojas de papel para guardar la información clínica de los pacientes y, en el mejor de los casos, programas de ofimática capaces de almacenar información sobre los insumos y recursos hospitalarios. Además, la comunicación de información para tareas de gestión entre los diferentes establecimientos médicos se viene realizando mediante el uso del e-mail, chat o telefonía IP, no pudiendo ser posteriormente tratada ni accedida de manera eficiente por los trabajadores locales.

En este contexto, el PFM que aquí se presenta tratará de identificar y comprender los diferentes procesos que se llevan a cabo en el ámbito de la salud en los establecimientos ubicados en la región del Napo. De este modo, se pretende estudiar la viabilidad de implantación y uso de una herramienta integral, centrada en los usuarios del sistema (médicos, pacientes, personal sanitario, etc) y en las actividades que éstos realizan, capaz de gestionar y controlar la información más relevante producida por el conjunto del sistema sanitario.

2.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

CANAL CAMERO, Héctor Rafael

2006 *“Diseño de un enlace de Comunicaciones entre los Hospitales EsSalud de Cusco y Urubamba”. Tesis para optar por el título de ingeniero (Andina, 2011) electrónico. Pontificia Universidad Católica del Perú.*

La carencia de un enlace de comunicaciones entre el Hospital categoría 4 ESSALUD de Cusco, con una población de 19,317 asegurados y el Hospital Categoría 1 ESSALUD de Urubamba, con una población de 5.505 asegurados, impide hasta la fecha brindar servicios de telemedicina, videoconferencias. Telefonía IP, intercambio de información e internet, en este contexto, el objetivo principal de la presente



investigación es el diseño de un enlace microondas que permitirá brindar los servicios antes mencionados entre los dos hospitales, para de esta manera, lograr un incremento en la cobertura de atención médica, mejorar la calidad del servicio de salud, incrementar la eficiencia en el manejo administrativo, y permitir la actualización del personal médico y técnico.

El presente estudio se divide en cuatro capítulos. El primero desarrolla la problemática de los Hospitales, enfatizando el análisis de las deficiencias y limitaciones del Hospital de Urubamba respecto a los servicios de telecomunicaciones. El capítulo segundo desarrolla las tecnologías usadas para implementar sistemas de comunicaciones. El tercer capítulo presenta la metodología para el enlace de microondas, se plantean indicadores cualitativos y cuantitativos, los objetivos principales y secundarios, la hipótesis principal y secundarias, así como las características del enlace. El cuarto capítulo desarrolla el diseño y diagrama completo del enlace microondas de manera práctica y teórica utilizando la herramienta Radiomobile; determinándose la altura de las torres y márgenes de señal para cada enlace, para luego establecer la selección de equipos y la estructura de costes del enlace microondas, con lo cual, se demuestra que el diseño del enlace entre los Hospitales antes mencionados resulta técnica y económicamente viable.

GALARZA CANCHUCAJA, Frans Armando

2011 *“Diseño de una red de Telemedicina para monitoreo de pacientes en el distrito de Sicaya perteneciente a la ciudad de Huancayo”. Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú.*

El proyecto de tesis consiste en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Sicaya, perteneciente a la provincia de Huancayo, Junín. La red básicamente consistirá en unir remotamente el centro de salud de Sicaya con el hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo para que de esta manera los pobladores de Sicaya reciban una mejor atención médica.

Está centrado analizar los problemas que se han encontrado en el distrito de Sicaya tanto desde el punto de vista tecnológico como del punto de vista social, también se evaluarán los problemas para proponer objetivos de la red de telemedicina y finalmente se define la información a transmitir.



Busca presentar las diferentes tecnologías de redes usadas para telemedicina y elegir uno de ellos, así como los diversos dispositivos de telemedicina que se utilizan en nuestro país.

Presenta el análisis de ancho de banda para la red de telemedicina, es decir, se definen los datos y equipos que transmitirán información entre un nodo y otro y se define la capacidad de ancho de banda con la que deberá soportar la red de telemedicina.

Luego describe el diseño de la red de telemedicina tanto el enlace IP que se realizará como los diseños y equipos de la red VoIP, videoconferencia IP, dispositivos de telemedicina, acceso a internet y la red LAN local del centro de salud del distrito de Sicaya, mostrando los costos de instalación de la red de telemedicina, así como la operación y mantenimiento de dicha red.

Por último, se tuvo las conclusiones que el sistema de red de telemedicina presentado es un proyecto que no implicará un costo demasiado alto en comparación con otras alternativas de redes de telemedicina aplicadas en otros países y esto permite brindar un servicio de calidad y a bajo costo que es lo que se busca en proyectos avocados al lado social más que orientado al negocio. También se realizarán diseños de redes VoIP, videoconferencia, equipos de telemedicina y de LAN dentro del establecimiento, todas estas redes son fáciles de implementar y con nuestro sistema de radioenlace IP se cubre todo el ancho de banda necesario para que estas redes funcionen adecuadamente con una alta eficiencia como ha sido demostrado en otros proyectos.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PERÚ - DIRECCIÓN NACIONAL DEL PRESUPUESTO PÚBLICO.

2008 Diseño del Programa Estratégico "Acceso a servicios públicos esenciales de telecomunicaciones en localidades rurales"

El presente informe explica los hallazgos del consultor en el diseño del programa estratégico telecomunicación rural.

La condición de interés definida para este informe es "ciudadanos con nulo / pobre acceso a servicios básicos de telecomunicaciones". En esta condición de interés, se ha optado, con miras a reducir los costos, por un modelo comunitario de acceso a telecomunicaciones, en contraposición con el modelo de "servicio universal", que



plantea que el 100% de los usuarios esté suscrito a un servicio de telecomunicaciones. De la misma manera, se ha preferido dejar el programa en los servicios básicos de telecomunicaciones, teléfono e Internet. Sin embargo, con respecto al tipo de servicios que estarán comprendidos en el programa estratégico, el consultor aclara que quedan pendientes de revisar, pues esto debe hacerse sobre la base de las realidades locales. El tema de las telecomunicaciones ha sido ampliamente estudiado para los países en vías de desarrollo, y a partir de la literatura existente, se revisaron diversos modelos de aproximación al tema, entre los cuales se tomaron tres que sirvieron como referencia para su adaptación a la realidad peruana. Sobre la base de la literatura existente, se identificaron los factores causales de la condición de interés. Este modelo explicativo validado con la revisión de la literatura, se identificaron una serie de puntos vulnerables. Entre ellos, destacan la limitada cantidad de opciones tecnológicas para las zonas rurales del Perú, así como la escasez de personas capacitadas para gestionar el servicio. A estos se suman factores de contenido, como la escasa producción de contenidos de interés para parte de los pobladores rurales, y la casi nula producción de contenidos útiles en el idioma de la región. A esto se suma un escaso involucramiento de las organizaciones locales en la prestación de estos servicios, y la escasez de oferta de capacitación, motivación y sensibilización para aquellos ciudadanos interesados en los servicios esenciales de telecomunicaciones. Para superar una condición de interés como la ya descrita, a partir de sus factores vulnerables, se habla en este informe, fundamentalmente, de trabajar a la vez con la oferta y la demanda: por una parte, desarrollar nuevos modelos de negocio para atender a los pobladores de las zonas rurales, así como modelos de incuestionable replicabilidad; por otra, aumentar el uso de los servicios de telecomunicaciones entre los pobladores, y todo esto sobre la base de la información disponible en cuanto a las experiencias de prestación de estos servicios. En este informe, asimismo, se revisan las intervenciones ya existentes en la materia.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

En este capítulo se describirá las metodologías que usaremos para el desarrollo de este proyecto. Lo dividiremos en dos grupos, primero está la metodología de investigación y luego la metodología de desarrollo.

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Investigación, desarrollo e innovación, se centra en el avance tecnológico e investigativo para el avance de la sociedad. A continuación, se describirá las definiciones de cada termino (León, s.f.).

Investigación (I): Indagación original planificada que persiga descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico.

Desarrollo (D): Aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes.

Innovación Tecnológica (i): Actividad cuyo resultado sea un avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de los ya existentes. Se consideran nuevos aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de las existentes con anterioridad.

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el tipo de la investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, debido que se utilizaron conocimientos teóricos de previamente obtenidos para transformarlos en la práctica y producir tecnología al servicio del desarrollo con el fin de mejorar y hacer más eficiente dicho servicio.

Las investigaciones aplicadas (Hernández) son la respuesta efectiva y fundamentada a un problema detectado, descrito y analizado descrito. La investigación aplicada concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas



y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo. Es decir, se interesa fundamentalmente por la propuesta de solución en un contexto físico-social específico.

Es en este sentido que podemos clasificar la investigación aplicada en dos grupos, aplicada fundamental y aplicada tecnológica

- Investigación Aplicada tecnológica: se entiende como aquella que genera conocimientos o métodos dirigidos al sector productivo de bienes y servicios, ya sea con el fin de mejorarlo y hacerlo más eficiente, o con el fin de obtener productos nuevos y competitivos en dicho sector. Sus productos pueden ser prototipos y hasta eventualmente artículos científicos publicables. En el caso de la investigación médica del ejemplo anterior, la investigación tecnológica se realizaría alrededor del desarrollo de una droga específica para la cura de una determinada dolencia y se pretendería, que la droga fuera a dar al mercado (Von Braun, 2016).

Los proyectos como el que estamos presentando son ejemplos típicos de este tipo de investigación, debido a que encierran un marco de acción concreta. Como se observa, estas investigaciones presentan en su título una idea de respuesta a una problemática detectada.

3.1.2.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el diseño de investigación, el presente estudio tiene como estrategia para obtener respuestas a las interrogantes con el fin de alcanzar los objetivos al diseño no experimental, donde se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no hacemos variar intencionadamente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández).

Se empieza con la observación de hechos que ya se han presentado y que se han manifestado en una serie de eventos. A partir de las observaciones se procede a diseñar los objetivos.



3.1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Para el alcance de la investigación se tiene un alcance descriptivo debido a que sirve para dar las características de un fenómeno, analizando cómo es y cómo se manifiesta y se quiere recoger información de manera independiente y conjunta de los conceptos a analizar. Buscando especificar las propiedades, características, identificar hechos y/o situaciones del objeto a analizar. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Dankhe, 1986).

3.1.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objetivo estaba conformada por las hojas de referencia y contrareferencia del sistema de referencia y contrareferencia.

El tipo de muestreo no probabilístico que usamos es el muestreo por conveniencia, debido a que la muestra seleccionada fue elegida en base a los usuarios del sistema de referencia y contrareferencia, en este caso se eligió a los trabajadores que interactuaran con el sistema de referencia y contrareferencia.

Los criterios de inclusión que se utilizó fue:

- Trabajadores de los establecimientos de salud que interactúen con el sistema de referencia y contrareferencia

Los criterios de exclusión:

- Pacientes que reciben atención médica
- Trabajadores de los Establecimientos de Salud que no interactúen con el sistema de referencia y contrareferencia.

Los criterios de eliminación:

- Jefes de las Microredes de Salud

Se entrevistó a un total de 8 trabajadores, los cuales son los siguientes:

- Personal del Puesto de Salud de Quico
 - Licenciado en Enfermería



- Técnica en Enfermería
- Personal del Centro de Salud de Ocongate
 - Médico General
 - Médico Serumnista
 - Licencia en Enfermería
 - Obstetra
- Jefe de la Microred de Paucartambo
- Jefe de la Microred de Ocongate

Se escogió a todo el personal del puesto de salud de Quico debido a que ambas personas son las únicas que atienden a los pacientes y realizan el proceso de referencia. De la misma manera se escogió a cuatro trabajadores del personal del centro de salud de Ocongate, cuyas personas interactúan con el sistema de referencia y contrareferencia.

3.1.5.TÉCNICAS

- Observación (Anexo 3)
- Entrevistas no estructuradas (Anexo 7)

MATERIALES Y RECURSOS

- Documentos del estado
 - Documentos del Ministerio de Salud
 - Norma Técnica N° 0189 -MINS/DGSP del Sistema de Referencia y Contrareferencia de los Establecimientos del Ministerio de Salud.
 - Norma Técnica de los Servicios de Emergencia
 - Norma Técnica de Categorías de Establecimientos de Sector Salud
 - Directiva Administrativa que establece la Cartera de Servicios
 - Hoja de Referencia y Hoja de Contrareferencia
 - Documentos de la Red Sur Cusco
 - Formato físico de la Hoja de Referencia
 - Formato físico de la Hoja de Contrareferencia
 - Tablas Básicas de información de la SRC en Excel



- Análisis Situacional de Salud de la Microred de Ocongate
- Análisis Situacional de Salud de la Microred de Paucartambo
- Informe del Registro y Resumen del Censo Poblacional Quico
- Documentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 - Directiva N° 003-98-MTC/15.19 que fue aprobada mediante Resolución Directoral N° 003-98-MTC/15.19
 - Decreto supremo N° 006-2013-MTC modifican el artículo 22 del Decreto supremo N° 024-2008-MTC que aprobó el Marco Normativo General para la promoción del desarrollo de los servicios públicos de telecomunicaciones de áreas rurales y lugares de preferente interés social
 - Decreto Supremo N° 11-94-TCC.
- Documentos de la Presidencia del Consejo de Ministros
 - Ley N° 27269 Firmas y Certificados Digitales
 - Decreto Supremo N° 052-2008-PCM Reglamento de la Ley de Firmas y Certificados Digitales.
- Software
 - Visual Studio – lenguaje de programación C#
 - MySQL
 - RadioMobile
 - Packet Tracer Cisco
- Hardware
 - Laptops
 - Antenas Ubiquiti
 - Cables de red
 - Switch
- Libros
- Manuales de usuario
- Estadísticas de INEI y del MINSA
- Entrevista:
 - Con la Jefa de la Microred de Paucartambo
 - Con el Personal del Puesto de Salud de Quico
 - Con el Personal del Centro de Salud de Ocongate



- Fotos
 - Centro de Salud de Ocongate
 - Puesto de Salud de Quico
- Pasajes
- Brochure de las Antenas y demás dispositivos mencionados.

3.2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Se usó una metodología ágil SCRUM para el desarrollo del aplicativo y metodología Top-Down Network Design para el desarrollo del diseño de la red de comunicación.

3.2.1.METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL APLICATIVO

Como metodología de desarrollo del aplicativo usó la metodología ágil SCRUM, es una metodología de adaptación, iterativa, rápida, flexible y eficaz, diseñada para ofrecer un valor significativo de forma rápida en todo el proyecto; garantiza transparencia en la comunicación y crea un ambiente de responsabilidad colectiva y de progreso continuo (SCRUMStudy, 2013).

Para los roles en esta tesis se cubrirán todos los roles por una sola persona como SCRUM Master, en este caso mi persona que es capaz de cumplir las reglas y procesos de la metodología, con los conocimientos técnicos necesario para el desarrollo del proyecto, también gestionando reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner que en este caso es el asesor de la tesis.

Dicha metodología está conformada por cinco fases las cuales son iniciar, planificar y estimar, implementar, revisión y retrospectiva. Se inicia con la identificación de los requisitos en base al análisis situacional, generando un Product Backlog con todos los requisitos llamados historias de usuario, donde se les da respectiva prioridad en el proyecto. El desarrollo se realiza de forma iterativa e incremental. Cada iteración, denominada Sprint obtiene como resultado una versión del software con nuevas prestaciones listas para ser usadas. En cada nuevo Sprint, se va ajustando la funcionalidad ya construida y se añaden nuevas prestaciones priorizándose siempre aquellas que aporten mayor valor de negocio. En cada Sprint se reúnen historias de usuario para convertirlas en una versión del software totalmente operativo, para esto se pone deadlines o fechas límites para la



realización de estos y se hace una reunión o una supervisión del avance del producto y se da una retroalimentación para los siguientes procesos.

3.2.2.METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA RED

Como metodología de desarrollo de la red usare Top-Down Network Design (Oppenheimer, 2011) que se usa para diseñar redes que comienza en las capas superiores de modelo de referencia de OSI antes de mover a capas inferiores. Se concentra en aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes de la selección de routers y demás medios que funcionan en capas inferiores. Esta metodología propone cuatro fases, para lo cual solo utilizaremos las primeras tres fases:

- I. Fase 1: Análisis de Negocios Objetivos y limitaciones: Donde se e identifica los objetivos y restricciones del proyecto, y los objetivos y restricciones técnicos del cliente.
- II. Fase 2: Diseño Lógico: Donde diseña la topología de red, el modelo de direccionamiento y nombramiento, y se seleccionará los protocolos de bridging, switching y routing para los dispositivos de interconexión.
- III. Fase 3: Diseño Físico: Esta fase implica en seleccionar las tecnologías y dispositivos específicos que darán satisfacción a los requerimientos técnicos de acuerdo al diseño lógico propuesto
- IV. Fase 4: Pruebas y Optimización: En esta fase haremos la simulación de la red y utilizaremos el aplicativo para ver que los datos sean enviados correctamente.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1.ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

4.1.1. TECNOLOGÍAS DE REDES DE COMUNICACIÓN USADAS EN ZONAS RURALES

4.1.1.1.RED MEDIANTE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Es un sistema de telecomunicaciones que se basa en el uso de las líneas de distribución eléctrica para la transmisión de información. El sistema PLC (Power Line Communication) ofrece conectividad de banda ancha de alta velocidad para envío de datos, señales de control e información usando las redes eléctricas (Garcia, 2005).

4.1.1.2. RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio de transmisión de información que utiliza ondas de luz como portadora de información. La trayectoria que sigue el haz de luz a través de la fibra óptica se determina modos de propagación (Tomasi, 2003). Según el modo de propagación, la fibra se divide en dos:

- A. Fibra multimodo:** Consiste en que se pueden guiar muchos modos a través de la fibra óptica donde cada uno de estos modos seguirá un camino diferente. Esta característica ocasiona que su ancho de banda sea inferior que al de las fibras monomodo. Es usado de preferencia para comunicación en distancias pequeñas, hasta 10 km.
- B. Fibra monomodo:** Su principal característica es que el diámetro de su núcleo es tan pequeño que solo permite la propagación de un único modo que es propagado directamente y sin reflexión. Esta característica causa que su ancho de banda sea muy elevado. Es usado de preferencia para comunicación a grandes distancias, de preferencias superior a los 10 km.

Las características de la fibra óptica respecto a otros medios físicos son las siguientes:

- **Ancho de banda:** Las fibras ópticas podrían llegar hasta alrededor de 1 THz aunque este rango no es usado en nuestros días. Su ancho de banda excede ampliamente al de los cables de cobre.
- **Bajas pérdidas:** Las pérdidas para el caso de fibra óptica no se verá afectado con la frecuencia como sucede en el caso de los cables de cobre. La baja atenuación ocasiona una mayor distancia entre repetidores (más de 100 Km.).
- **Inmunidad electromagnética:** La fibra no irradia y no es sensible a las radiaciones electromagnéticas.
- **Confidencialidad:** Es muy complicado intervenir una fibra. Es muy seguro como medio de transmisión ya que no puede captarse lo que se transmite mediante antenas al no irradiarse energía electromagnética.
- **Seguridad:** Es apta para ser utilizada en ambientes peligrosos. Dado que no es conductor no presenta peligro de descargas eléctricas.
- **Bajo Peso:** Pesa considerablemente menos que los cables de cobre.

Algunas desventajas de usar fibra óptica serían:

- Sólo se podrá instalar en zonas donde ya está provista la red de fibra óptica.
- El costo de la conexión de fibra óptica es elevado ya que no se cobra por utilización sino por transmisión de información al ordenador que se mide en MB.
- El costo de instalación de fibra óptica es elevado.
- La fibra óptica es muy frágil.
- Los conectores que se usan son de disponibilidad limitada.
- Los cables de fibra roto son difíciles de ser reparados.

4.1.1.3. RED MEDIANTE RADIOENLACES

Con el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas que se han ido desarrollando durante los últimos años y dado el uso de bandas libres tanto en banda de 2.4 GHz y de 5.8 GHz se permite ofrecer fáciles soluciones basados en radio enlaces IP punto a punto. Los radioenlaces IP punto a punto sirven para cubrir distancias grandes para operación de determinados codificadores de audio y video en función de las necesidades de transporte de señal que el cliente necesite (ICC Broadcast Streaming Services., 2014).



Opcionalmente para hacer un buen uso del rendimiento de radiofrecuencia y para el ahorro de energía eléctrica se puede utilizar alimentación a través de un PoE, es decir, alimentación a través de la línea Ethernet.

Este tipo de radio enlaces suele usarse para enviarse voz, datos e internet desde un centro emisor hacia un centro remoto el cual recibirá las señales con la información requerida. Dado que por una sola unidad de Radiofrecuencia se puede enviar varias señales a la vez; entonces, será un producto muy útil para ser aplicado por muchos proveedores de servicios de internet, así como por proveedores de líneas telefónicas.

Entre las principales ventajas de los radios enlaces IP se puede mencionar los siguientes:

- Transmisión 100% Digital.
- Multicanal y multidispositivo, un mismo enlace se puede utilizar para transportar múltiples canales de audio y voz independientemente.
- Facilidad de instalación y ajuste.
- Buena directividad de antenas para evitar interferencias con otros servicios.
- Cubre distancias mayores de 25 Km.
- Tiene un bajo costo de instalación y mantenimiento.
- Trabaja en bandas libres.
- Optimiza la utilización del espectro radioeléctrico.
- No requiere de mucho consumo eléctrico.

4.1.1.4. RED BASADA EN TECNOLOGÍA HF Y VHF

La tecnología HF¹ y VHF² es ampliamente usada en comunicaciones de voz semidúplex pero también puede ser usada para comunicaciones de datos. Esta tecnología ha sido usada por EHAS³ para las algunas redes de telemedicina que se hicieron para comunidades rurales dado su velocidad, calidad, robustez y sobre todo por el bajo costo del equipamiento. Otra de las ventajas es que esta tecnología no necesita línea de vista entre equipos terminales y es factible las comunicaciones sin importar demasiado lejanía y condiciones topográficas.

¹ HF: High Frequency.

² VHF: Very High Frequency.

³ EHAS: Enlace Hispano Americano de Salud

4.1.1.5. COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

TECNOLOGÍAS DE REDES DE COMUNICACIÓN USADAS EN ZONAS RURALES		
TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
RED MEDIANTE LÍNEAS ELÉCTRICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la infraestructura ya existente • Con el tiempo los costes se abaratarán. • Su instalación es muy rápida. • No necesitan de muchos repetidores. 	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de los equipos es escasa. • Experimenta frecuentes caídas y la calidad. • Falta de seguridad.
RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de banda • Bajas pérdidas • Inmunidad electromagnética • Confidencialidad • Seguridad • Bajo Peso 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación, donde ya está provista red de FO. • Costo de instalación es elevado. • Es muy frágil. • Los cables de fibra rotos son difícil repararlos.
RED MEDIANTE RADIOENLACES	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión 100% Digital. • Multicanal y multidispositivo • Buena directividad, evita interferencias. • Cubre distancias mayores de 25 Km. • Facilidad y bajo costo de instalación y mantenimiento. • Trabaja en bandas libres. • No requiere de mucho consumo eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de visibilidad directa. • Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos
RED BASADA EN TECNOLOGÍA HF Y VHF	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad y robustez. • Bajo costo del equipamiento. • No necesita línea de vista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja en bandas licenciadas. • Escasa disponibilidad de bandas licenciadas. • Necesita equipos homologados. • Costo elevado de licenciamiento.

Tabla IV-1 Cuadro comparativo de tecnologías para el sistema de comunicación

4.1.2. CARACTERÍSTICAS PARA LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

Este contexto no sólo explica la causa de esa práctica de incomunicación de la mitad del país habitado, sino que también determina las especificaciones de



cualquier solución tecnológica que se pretenda aplicar de manera sostenible en entornos rurales de países en desarrollo.

- Tiene que ser robusta y sencilla de usar, ya que un sistema robusto se caracteriza por poseer la capacidad de mantener buen desempeño con sus condiciones esenciales pese a recibir perturbaciones o ruidos impredecibles (Ponce, 2012), y sencilla por que los usuarios van a ser poco cualificados y no van a contar con el apoyo continuado de asesores preparados.
- Tiene que requerir poco o ningún mantenimiento de técnicos especializados, ya que éstos van a estar lejos y va a resultar caro y difícil atraerlos para la resolución de los problemas. Con más razón debe ser mínima la necesidad de administración de redes, ya que estos generan costos fijos considerables.
- Debe de ser de bajo consumo, ya que frecuentemente tendrá que depender de instalaciones de energías fotovoltaicas o eólicas que encarecen las instalaciones y aumentan las necesidades y costos de mantenimiento.
- Debe tener costos de despliegue y de operación muy bajos. Esto excluye las redes cableadas, las de telefonía móvil y las redes satelitales como soluciones únicas. En ocasiones se suele plantear el acceso al mundo de toda una red por estos medios, pero la distribución del acceso se tendrá que hacer con una tecnología complementaria más barata. Este criterio también desaconseja en muchos casos las redes de radio en bandas de frecuencias licenciadas.

Con estos condicionantes, se hará un análisis para determinar cuáles son las tecnologías inalámbricas más apropiadas a zonas rurales aisladas de países en desarrollo, mejorarlas y aplicarlas de forma óptima.

4.1.3.ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Para el proyecto de red para el sistema de referencia y contrareferencia, se analizaron cuatro diferentes casos. En primer lugar, se descartó el uso de la red eléctrica dado que los equipos que trabajan en la central eléctrica son demasiados caros; además, se estaría dependiendo del sistema de red eléctrica que no existe donde se desarrolla el proyecto. En segundo lugar, se descarta el uso de fibra óptica dado que su implementación y tendido implica un costo demasiado caro pese a que es la mejor opción en cuanto a velocidad y manejo de pérdidas, etc. resulta siendo demasiado cara para el proyecto a implementar que busca ahorro de costos. En

tercer lugar, entre las redes de VHF y los radioenlaces IP, se escoge la segunda alternativa dado básicamente por el hecho de que en los radioenlaces IP se pueden transportar tanto voz como datos además que pueden cursar un gran tráfico y esta es una característica muy importante y diferenciadora ya que en radioenlaces VHF solo se puede transportar o bien voz o datos; además, los radioenlaces IP son muy fáciles de implementar y no demandan un gran costo en cuanto equipos y despliegue de los mismos; por lo tanto, se usará un radioenlace IP para comunicar el puesto de salud de Quico que será el centro emisor hacia el centro de salud de Ocongate que será el centro remoto a donde se enviarán los datos y donde se encontrarán los médicos especialistas que atenderán las diversas emergencias que se den en el centro de puesto de salud de Quico.

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICA PARA ELECCIÓN
RED ELÉCTRICA	Equipamiento escaso y costoso.
	No existe infraestructura, despliegue es muy costoso
	Necesita Mantenimiento especializado
FIBRA ÓPTICA	No existe infraestructura, despliegue es muy costoso
	Necesita Mantenimiento especializado
VHF, HF	Robusta y sencilla de usar
	Regular consumo de energía
	Necesita Mantenimiento especializado
	Elevados costos de licenciamiento y homologación.
RADIOENLACES IP	Es robusta y sencilla de usar.
	Requiere poco mantenimiento técnicos especializados.
	Es de bajo consumo.
	Bajos costos de despliegue y operación.

Tabla IV-2 Elección de la solución tecnológica

4.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Con este proyecto queremos interconectar el Sistema de Referencia y Contrareferencia entre el Puesto de Salud de Quico y el Centro de Salud de Ocongate con una red de comunicación.

Las restricciones de este son la geografía que tiene el sector de estudio y las condiciones climáticas. La descripción de la situación actual del sistema de referencia



y del diseño de red en el Puesto de Salud de Quico están mencionados en el primer capítulo.

A continuación, determinamos los requerimientos del Puesto de Salud de Quico según lo indicado por el jefe del Puesto de Salud y la visita realizada por mi persona a dicho establecimiento:

Según el Informe N° 009-2015-P.S.Q-MRP-MPP. Realizado por jefe del Puesto de Salud de Piloto de Quico, Lic. Luis Alberto Sánchez Apaza para el jefe de Paucartambo, Lic. Rosa María Álvarez Valencia en la fecha 28 de noviembre del 2015 se reportó los siguientes requerimientos.

- Realizar un convenio con la Red Sur para que las referencias sean directamente al Centro de Salud de Ocongate sin ningún obstáculo.
- Equipar el Puesto de Salud con materiales que carece tales como:
 - 01 UND de saturador de Oxígeno
 - 01 panel solar para el funcionamiento de cadena de frio
 - 02 UND de termos para la conservación de vacunas
 - 01 UND. Laptop.
 - 01 UND impresora
 - 01 motocicleta lineal para realizar las visitas y la atención en otras comunidades.
- Generar una base de datos, censos y datos que permitan tener una línea de base para el reconocimiento de este puesto de salud, permitiendo así la identificación de la magnitud y la cuantificación de la población que alberga el consejo menor de QUICO.
- Concientizar el control prenatal en un establecimiento de salud con el equipo respetivo.
- Mejorar el medio de transporte para la integridad del personal que viene laborando, las bajas temperaturas en temporadas de friaje no permiten el normal desplazamiento a las comunidades, así como anexos del centro poblado de Quico Grande y el cumplimiento de la programación establecida.

- Equipar de insumos (combustible y aditivos).
- Mejorar la comunicación con el Centro de Salud de Ocongate para la referencia de pacientes con compromiso de su vida.

Dentro de todos los requerimientos escritos en el informe anterior, se ve por conveniente priorizar un sistema de comunicación

Basada en la visita realizada al Puesto de Salud de Quico para verificar las necesidades y requerimientos para plantear la propuesta de solución tecnológica.

- Proponer un sistema de comunicación entre el Puesto de Salud de Quico con los demás establecimientos de salud, principalmente con el Centro de Salud de Ocongate donde se realizan el mayor porcentaje de atenciones y referencias desde el P.S de Quico, puesto que no se cuenta con ningún tipo de sistema de comunicaciones.
- Mejorar los procesos de referencia y contrareferencia de dicho establecimiento de Salud, proponiendo un sistema informático de referencia y contrareferencia.
- Dar una solución para el apoyo de atención y brindar diagnósticos para el inicio oportuno de tratamientos en los pacientes.

4.2.1.PRINCIPALES ACTIVIDADES MÉDICAS

En el puesto de salud de Quico se diagnostican y tratan diversas enfermedades entre las que se encuentran:

ORDEN	ENFERMEDADES ATENDIDAS
1	ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO
2	ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO
3	TRAUMATISMOS, ENVENAMIENTOS Y ALGUNAS OTRAS CONSECUENCIAS DE CAUSAS EXTERNAS

Tabla IV-3 Causas de morbilidad 2016

Fuente: Dirección Regional de Salud Cusco – Dirección de Estadística, Informática y Telecomunicaciones

Estas afecciones se dan durante todo el año, pero en la temporada de friaje las enfermedades del sistema respiratorio son más agudas y presentan complicaciones, llegando a niveles alarmantes especialmente en niños menores de 5 años y personas mayores de 60 años.

4.2.2. PRINCIPALES MOTIVOS DE REFERENCIA DE EMERGENCIA

En el puesto de salud de Quico las enfermedades más comunes por las que se realiza referencia son:

ORDEN	ENFERMEDADES ATENDIDAS
1	Complicaciones Gineco-obstétricas
2	Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS)

Tabla IV-4 Principales motivos de referencia en Quico

Fuente: Dirección Regional de Salud Cusco – Dirección de Estadística, Informática y Telecomunicaciones

Estos casos de emergencia se dan durante todo el año; sin embargo, las enfermedades de vías respiratorias son más comunes en la temporada de friaje que se da entre los meses de mayo y septiembre.

4.2.3. POBLACIÓN BENEFICIARIA

El puesto de Salud atiende a los pobladores de Quico, Japu y anexos, y a la comunidad de Charcapata de Hatun Q'ero. A continuación, se muestra la densidad poblacional de las comunidades de la Nación Q'ero, información recabada por el INC en el año 2005 como último estudio realizado en la zona.

COMUNIDADES	Nº DE FAMILIAS	SUPERF. Km. ²	POBLACIÓN	Hab. / Km. ²
Hatun Q'ero	147	171	882	5.16
Q'ero Totorani	48	15.77	288	18.26
Japu	65	342.5	325	1
Quico	58	155	324	2.09
Marcachea	57	30.1	378	12.56

Tabla IV-5 Densidad poblacional de las comunidades de la "Nación Q'ero"

Fuente: Equipo de trabajo Q'ero. Encuesta Participativa Comunal 2004.

Los trabajadores del Puesto de Salud de Quico recabaron una muestra poblacional de su jurisdicción (Anexo 6), pudiendo evidenciar la presencia de población indocumentada los cuales no permiten recabar información verídica, también diversas comunidades como es el caso de Colpacucho y Charcapata ponen actitud reacia a la visita realizada por el personal para cumplir las labores de registro de datos. Estos datos no fueron registrados, sin embargo, dichas personas hacen uso del servicio de salud y no se les puede negar dicho servicio por ser personas de bajos recursos y por la lejanía de las zonas. Con todos estos datos cual se generó la siguiente tabla.

COMUNIDADES	POBLACIÓN
Hatun Q'ero	49
Japu	418
Quico	379

Tabla IV-6 Población de la jurisdicción del puesto de salud de Quico

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de la población realizada por el Puesto de Salud de Quico

Según la anterior tabla se tiene en total 847 pobladores que fueron registrados, y se tiene aproximadamente 120 pobladores indocumentados y 145 pobladores de las comunidades de Colpacucho y Charcapata. Dichos datos recabados por el personal del Puesto de Salud de Quico, las personas cuyas edades están distribuidas como se aprecia en la siguiente tabla.

Años	Población
0 años	16
1 a 4 años	122
5 a 9 años	152
10 a 11 años	58
12-17 años	101
18-29 años	148
30-59 años	236
60 a más años	13

Tabla IV-7 Población de la jurisdicción del puesto de salud de Quico en el año 2015

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de la población realizada por el Puesto de Salud de Quico

4.2.4.DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE COMUNICACIONES

De acuerdo a las visitas realizadas y las proyecciones hechas para la zona, se ha podido determinar sus necesidades de equipamiento que son las siguientes:

A EQUIPOS DE CÓMPUTO

- Un servidor para el almacenamiento de la base de datos del puesto de salud.
- Se usará una computadora con el sistema de referencia y contrareferencia y este tendrá acceso a internet para una buena y permanente comunicación con el centro de salud de Ocongate ya que estarán comunicados directamente a

través del radioenlace y así poder enviar las hojas de referencia y contrareferencia.

B SISTEMA DE VIDEO CONFERENCIA

Adicionalmente se propone el uso del software aplicativo SKYPE como plataforma de video conferencia.

4.2.5.DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA

Se hará un apropiado cálculo de la cantidad de información que se va a transmitir y de esta manera poder calcular el ancho de banda que se utiliza para transmitir entre el puesto de salud de Quico y el centro de salud de Ocongate.

A. ANCHO DE BANDA PARA ENVÍO DE DATOS Y ACCESO A INTERNET

Se propone la implementación de 2 computadoras de escritorio para el uso del sistema de referencia del puesto de salud de Quico, para el acceso a internet, se tomará en cuenta los estándares del plan de banda ancha que se está dando en nuestro país con velocidades permanentes de datos de 256 Kbps o mayores (Gobierno del Perú - Comisión Multisectorial Temporal, 2011). Dado que este proyecto se podrá aplicarse en diferentes ciudades del Perú; entonces, se tomará una velocidad mínima de 256 Kbps como estándar para el acceso a Internet. Se realizan cálculos para poder especificar el ancho de banda que se tomara para el acceso a internet.

a Imágenes:

El peso aproximado de una imagen es de 1.581 Megabytes.

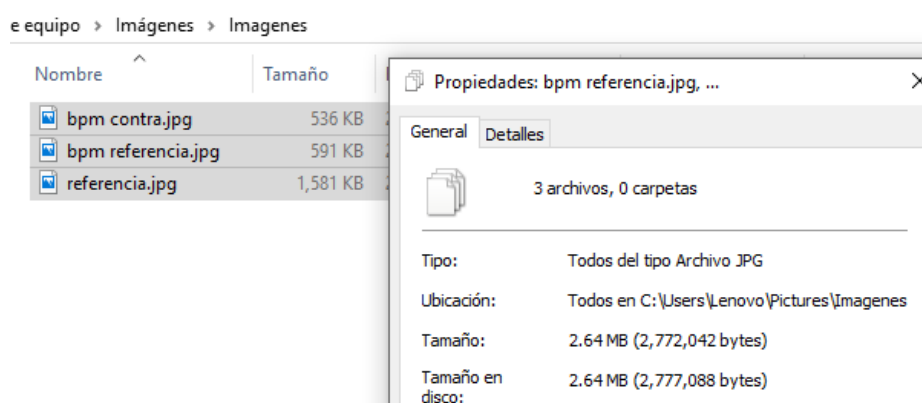


Figura IV-1 Tamaño promedio de imágenes
Fuente: Elaboración propia

Se estima que se requiere un envío de 3 imágenes por usuario en 15 minutos.

CÁLCULO PARA IMÁGENES		
TIEMPO	En minutos	15
	En segundos (min*60s)	900
VOLUMEN	Volumen de cada archivo (Mbyte)	1.581
	Volumen de cada archivo en Mbits (Mbyte*8)	12.648
	Volumen de cada archivo en Kbits (Mbits*1000)	12648
	Cantidad de archivos	3
	TOTAL VOLUMEN (Volumen C/U*Cantidad)	37944
VELOCIDAD REQUERIDA=VOLUMEN/TIEMPO (Kbps)		42.16

Tabla IV-8 Cálculo velocidad necesaria para imágenes
Fuente: Elaboración propia

b Archivos de texto

Involucra el envío y recepción de las Hojas de Referencia y Contrareferencia, informes los cuales contienen archivos de texto en 3 diferentes formatos como son documentos en Word, Excel, PowerPoint y PDF. En la figura se muestra el tamaño de los tres archivos que comúnmente se utiliza.

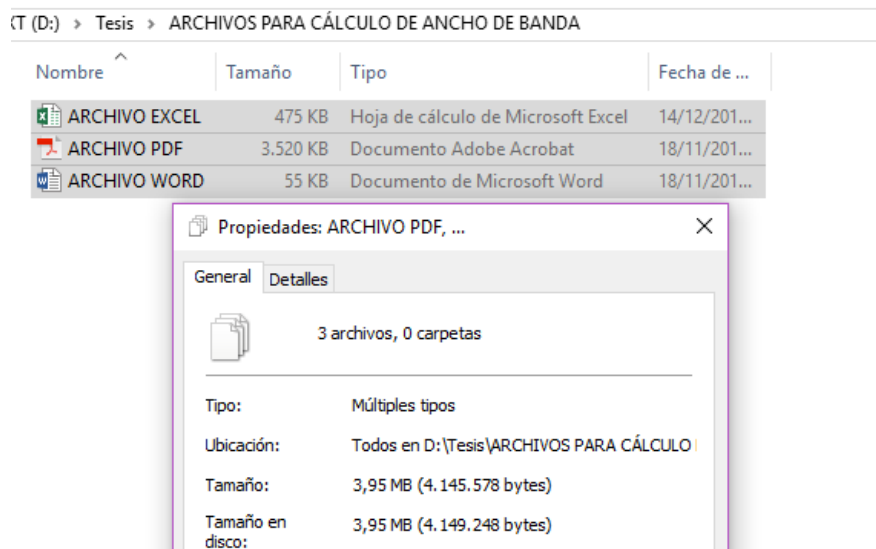


Figura IV-2 Tamaño de archivos de texto
Fuente: Elaboración propia

Las cuales en promedio tienen un peso de 3.95 Megabytes. Se calcula que se realizara el envío de 2 a 4 archivos en 15 minutos.

CÁLCULO PARA ARCHIVOS DE TEXTO		
TIEMPO	En minutos	15
	En segundos (min*60s)	900
VOLUMEN	Volumen de cada archivo (Mbyte)	3.520
	Volumen de cada archivo en Mbits (Mbyte*8)	31.6

	Volumen de cada archivo en Kbits (Mbits*1000)	31600
	Cantidad de archivos	4
	TOTAL VOLUMEN (Volumen C/U*Cantidad)	126400
VELOCIDAD REQUERIDA=VOLUMEN/TIEMPO (Kbps)		125.155556

Tabla IV-9 Cálculo velocidad necesaria para archivos de texto
Fuente: Elaboración propia

c Correo electrónico:

El uso normal de correo electrónico involucra enviar y descargar archivos con un máximo de 2.5 Megabytes según la plataforma Gmail. Para cada estudio se enviará o recibirá 8 archivos durante 15 minutos.

CÁLCULO PARA CORREO ELECTRÓNICO		
TIEMPO	En minutos	15
	En segundos (min*60s)	900
VOLUMEN	Volumen de cada archivo (Mbyte)	2.5
	Volumen de cada archivo en Mbits (Mbyte*8)	20
	Volumen de cada archivo en Kbits (Mbits*1000)	20000
	Cantidad de archivos	1
	TOTAL VOLUMEN (Volumen C/U*Cantidad)	20000
VELOCIDAD REQUERIDA=VOLUMEN/TIEMPO (Kbps)		22.2222222

Tabla IV-10 Cálculo velocidad necesaria para correo electrónico
Fuente: Elaboración propia

d Navegación en internet:

El peso promedio de una página web a la cual ingresarán en el establecimiento de salud es 2.37 MB y se estima que un usuario puede abrir o cargar unas 5 páginas web en 15 minutos.

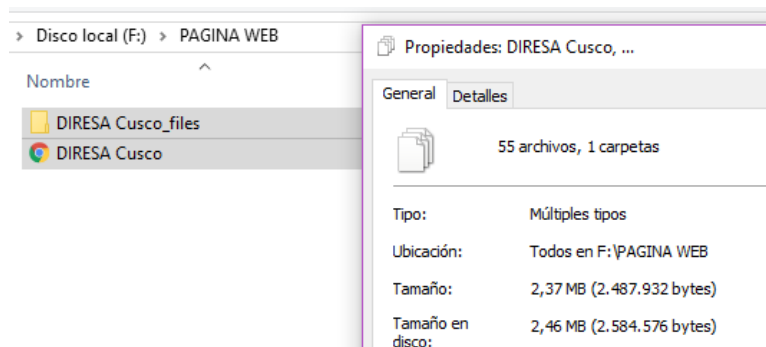


Figura IV-3 Tamaño promedio de una página web
Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO PARA NAVEGACIÓN EN INTERNET		
TIEMPO	En minutos	15
	En segundos (min*60s)	900

VOLUMEN	Volumen de cada archivo (Mbyte)	2.37
	Volumen de cada archivo en Mbits (Mbyte*8)	18.96
	Volumen de cada archivo en Kbits (Mbits*1000)	18960
	Cantidad de archivos	5
	TOTAL VOLUMEN (Volumen C/U*Cantidad)	94800
VELOCIDAD REQUERIDA=VOLUMEN/TIEMPO (Kbps)		105.333333

Tabla IV-11 Cálculo velocidad necesaria para navegación en internet
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se resume el ancho de banda necesario para un buen acceso a Internet de acuerdo a las aplicaciones especificadas:

Aplicaciones	Ancho de banda (kbps)/unidad
Imágenes	42.2
Textos y Datos	125.2
Correo Electrónico	22.2
Navegación en Internet	105.3
	294.9

Tabla IV-12 Resumen de ancho de banda para acceso a internet
Fuente: Elaboración propia

B. ANCHO DE BANDA PARA VIDEO CONFERENCIA IP

En primer lugar, se mostrará el ancho de banda mínimo para tener buena calidad de imagen ante el ojo humano. Donde la unidad mínima de video se considera 15 cuadros por segundo.

Calidad (Cps)	Ancho de Banda Mínimo	Consumo Real de Ancho de Banda
15 Cuadros por segundo	128 Kbps	128 Kbps + 25%
30 Cuadros por segundo	192 Kbps	192 Kbps + 25%

Tabla IV-13 Relación de calidad de imagen con ancho de banda para el ojo humano.

En la siguiente imagen se muestran los formatos de fotogramas en sus diferentes versiones.

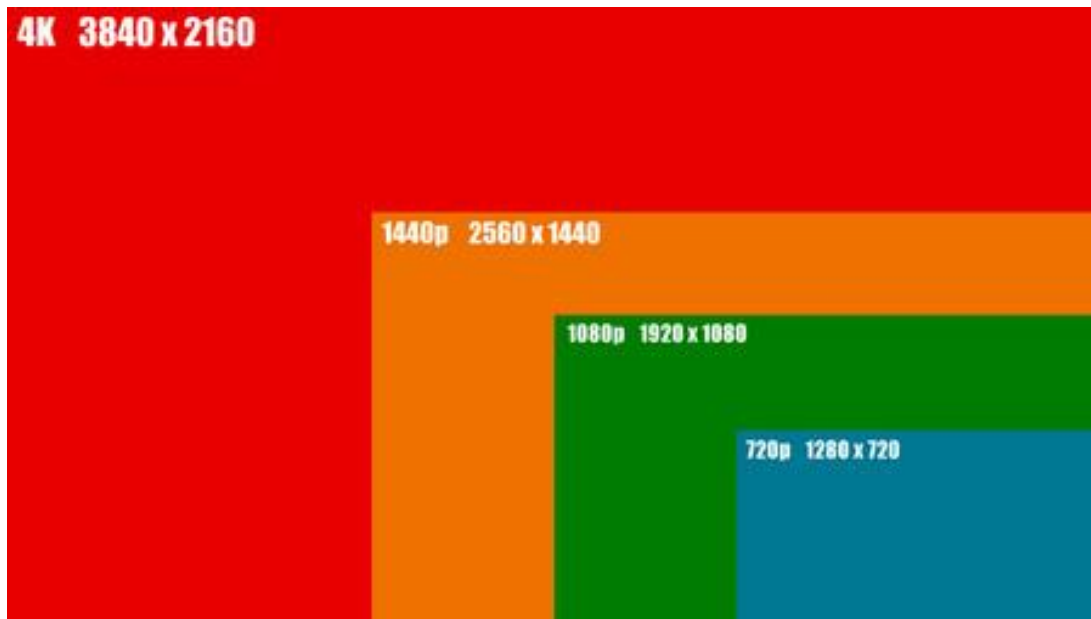


Figura IV-4 Formatos de fotogramas

Fuente: Norfipc.com. (18 de diciembre de 2017). Calidad y resolución de videos. Obtenido de <https://norfipc.com/youtube/calidad-resolucion-tamano-videos-youtube.php>

En la siguiente tabla se muestran las diferentes resoluciones y correspondientes tamaños de fotogramas.

RESOLUCIÓN	TASA
2160p (4K)	26 Mbps
1440p (2K)	16 Mbps
1080p (FHD)	8 Mbps
720p (HD)	5 Mbps
480p	2.5 Mbps
360p	1 Mbps

Tabla IV-14 Resoluciones y tasa de fotogramas

Fuente: Norfipc.com. (18 de diciembre de 2017). Calidad y resolución de videos. Obtenido de <https://norfipc.com/youtube/calidad-resolucion-tamano-videos-youtube.php>

Las videoconferencias se clasifican de acuerdo al ancho de banda que utilicen y a la aplicación a la que vayan a implementarse:

Videoconferencia personal de baja calidad: Sirve para conversaciones entre dos personas. Se transmite en un rango de 28.8 y 64 Kbps sobre líneas telefónicas.

Videoconferencia de escritorio: Usado para un pequeño grupo de individuos, por lo general, hasta cuatro personas. Opera entre el rango de 64 y 128 Kbps.

Videoconferencia de calidad intermedia: Es ideal para que sea apreciado de buena forma por un grupo de hasta quince personas. Se transmite entre los rangos de velocidades de 128 y 384 Kbps.

Videoconferencia de alta calidad: Es necesaria para grandes reuniones y donde se requiere una buena calidad de imagen. Opera entre los rangos de 384 Kbps y 2 Mbps.

El estándar H.323, determinado por la ITU-T es el sistema usado para comunicaciones multimedia utilizando el protocolo de internet (IP) el cual define dos puntos de la red entre los cuales intercambiarán tanto como voz, audio y datos.

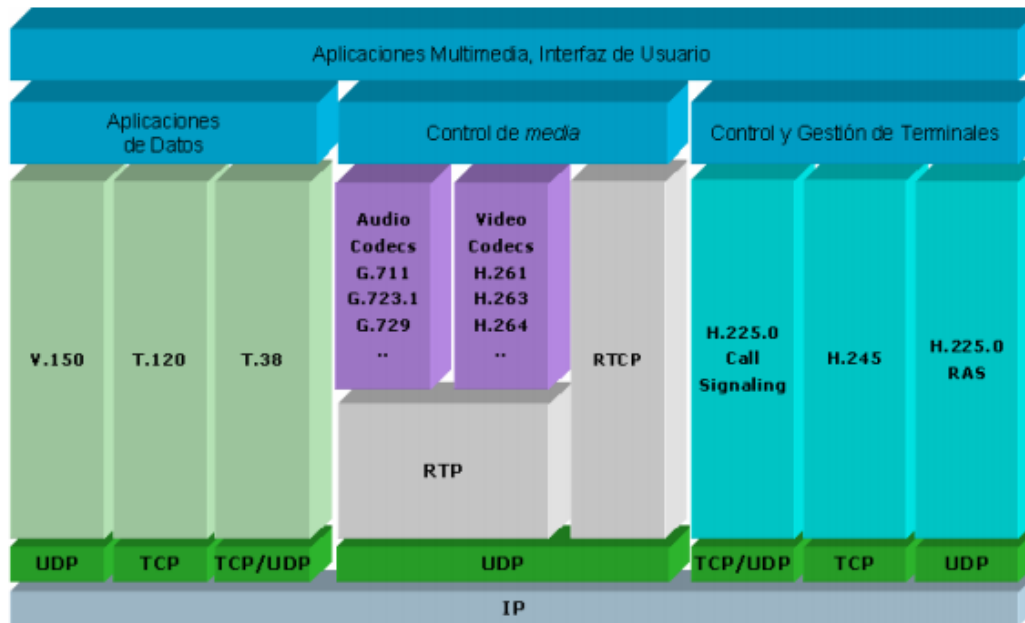


Figura IV-5 Protocolos H.323

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). (2009). Estandar H.323

En el caso de interfaz de datos se usa la recomendación T.120 que provee un estándar para el intercambio de datos entre terminales H.323 y otros terminales (H.324, H.320 y H.310).

La velocidad estándar definida para videoconferencia es de 384 kbps pero dado que se requiere alta calidad de imagen; entonces, se trabajara con una velocidad de 512 kbps para brindar una calidad de imagen superior a la estándar de videoconferencia.

Para esta propuesta la capacidad del sistema de comunicación nos permite la utilización de un sistema de comunicación de calidad intermedia, la cual requiere como máximo un ancho de banda de 384 kbps.

4.3.RESUMEN EJECUTIVO

4.3.1.HOJA DE IDENTIFICACION

A TITULO:

“PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE RADIOENLACES PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA DE PACIENTES EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA ENTRE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE QUICO Y OCONGATE”

B UBICACIÓN

LOCALIDAD: QUICO

DISTRITO: PAUCARTAMBO

PROVINCIA: PAUCARTAMBO

DEPARTAMENTO: CUSCO



Figura IV-6 Mapa geográfico de la ubicación de ambos establecimientos de salud

Fuente: GoogleEarth

La comunidad de Quico es una de las 5 comunidades que pertenecen a la Nación Q'ero que se ubica en la provincia de Paucartambo, se halla aproximadamente a 190 kilómetros al noreste de la ciudad del Cusco, en la parte oriental de la Cordillera de los Andes. El área está en dirección a los tributarios altos de la cuenca del



Amazonas, entre los 71° Longitud Este y 13° Latitud Sur, en las coordenadas UTM 8510000 – 8540000 y 220000 – 280000.

4.3.2.DESCRIPCIÓN

El **“PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE RADIOENLACES PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA DE PACIENTES EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA ENTRE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE QUICO Y OCONGATE”** debido a las condiciones geográficas fue diseñado en base a un sistema de radioenlaces de datos que garanticen un ancho de banda óptimo para la transmisión de datos desde Quico hasta Ocongata donde se instalará un servidor de datos donde se almacenaran los datos que se generen en cada referencia, para las cuales se consideran las siguientes componentes:

- SISTEMA DE COMUNICACIÓN
- SOFTWARE APLICATIVO
- SERVICIO DE COLABORACIÓN

4.3.3.MARCO NORMATIVO

- El Código Nacional de Electricidad, Tomos Suministro y Utilización
- La Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 del 92-11-15 y su Reglamento.
- El Reglamento Nacional de Edificaciones, de junio del 2006
- RM N° 175-2008 MEM / DM, del 11.04.08 Conductores no propagantes de llama, libre de halógenos y ácidos corrosivos.
- Requerimientos de INDECI y CGBVP
- Norma IEC 60364, sobre los esquemas de conexión a tierra (ECT)
- Las prescripciones del Estándar IEEE STD 142-1991 Tierra única
- Compatibilidad electromagnética
- Norma IEEE 802.3ae 1000 Base-T Estándar para Redes Ethernet
- Norma IEEE 802.3af, suministro eléctrico sobre Ethernet (PoE)
- Norma ANSI/EIA/TIA 492 AAAC-A. cable de fibra óptica optimizado
- Norma ISO/IEC 11801, Enmienda 2, Sistemas con cables S/FTP categoría 7A
- Norma ANSI/EIA/TIA 569 B (Norma de espacios y canalizaciones de



- Telecomunicaciones en Edificios comerciales)
- Norma ANSI/EIA/TIA 606A Estándares para Administrar Infraestructuras de Telecomunicaciones
 - Norma ANSI/TIA/EIA-568-C.0” Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises”
 - Norma ANSI/TIA/EIA-568-C.1” Commercial Building Telecommunications Cabling Standard”
 - Norma ANSI/TIA/EIA-568-C.2” Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard”
 - Norma ANSI/TIA/EIA-568-C.3” Optical Fiber Cabling Components Standard”
 - Norma ANSI/TIA/EIA-758-1999 “Customer-Owned Outside Plant Telecommunications Cabling Standard
 - Norma ANSI/EIA/TIA 942 Estándares de Infraestructura de Telecomunicaciones para Data Centers
 - ANSI J STD 607A Normas para puestas a tierra de telecomunicaciones
 - Norma NFPA 70, artículo 250
 - Norma NFPA 101: Código de seguridad humana
 - Norma NFPA 2001: Estándar para sistemas de extinción de incendios de agente limpio

4.4.SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Se plantea dos propuestas para la solución del sistema de comunicación debido a la complejidad de la geografía y del presupuesto que se pueda manejar.

4.4.1.DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se plantean dos propuestas de solución para el sistema de comunicación.

- A. La primera propuesta está basada en transceptores de enlaces terrestres el cual tiene como origen el Centro de Salud de la capital del distrito de Ocongate y como fin en la comunidad de Quico, a través de 5 repetidores distribuidos en un tramo de 52 kilómetros.
- B. La segunda propuesta se plantea, tomando en cuenta que el proyecto de red dorsal regional de fibra óptica beneficiará a puestos de salud de capitales de distritos, por tanto, el puesto de salud de Marcapata contará con servicio de



internet de banda ancha. Tomando en consideración esta premisa y viendo las facilidades y distancia geográfica entre el puesto de salud de Marcapata y el puesto de salud de Quico, a través de 3 repetidores distribuidos en un tramo de 31.48 kilómetros. Se plantea tomar el servicio de internet desde el puesto de salud de Marcapata hasta el puesto de salud de Quico mediante sistema de radioenlaces.

Para integrar la red LAN del puesto de salud de Quico a la red LAN del centro de salud de Ocongate se plantea una red VPN Site to Site el cual permitirá utilizar las VLANs y recursos de red del centro de salud de Ocongate, ya sea la VLAN, VLAN de servidores y demás aplicaciones de red y comunicación, implementado con dos router para servicio VPN, uno en el Centro de Salud de Ocongate y otro en el Puesto de Salud de Marcapata. La virtualización de la red privada (VPN) se realizará como se menciona anteriormente mediante un equipo que actúa como servidor VPN, los cuales estarán instalados en ambos establecimientos de salud, lo cual no implicara la contratación de un servicio de virtualización por parte de una operadora.

Uno de los factores que nos lleva a plantear una segunda propuesta es la existencia de un proyecto regional de Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica que se desplegará una red de Fibra Óptica que interconectará 93 capitales de distrito, partiendo desde los nodos provinciales de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica – RDNFO (FITEL, 2017).



Tabla IV-15 Mapa de red regional de fibra óptica de Cusco
Fuente: FITEL. Obtenido de <http://www.fitel.gob.pe/>

Este proyecto está en etapa de implementación el cual durara aproximadamente 1 año a más, en el Anexo 9 se muestra los avances de implementación de la res de transporte y de acceso, el objetivo principal del proyecto Regional de Red de Fibra Óptica, es el de brindar acceso a Internet e Intranet de Banda Ancha a las instituciones públicas y privadas, llevar conectividad y servicios de calidad a diferentes provincias y localidades de la región Cusco. Con la implementación de ese proyecto: 184 mil personas serán beneficiadas, así como 371 localidades, 424 locales escolares, 147 establecimientos de salud y 44 dependencias policiales, todo ello a través de la implementación de 2,222 km de Fibra Óptica (FITEL, 2016). En el Anexo 10 se mostrará la lista de poblaciones beneficiarias con Internet de Banda Ancha, en el cual se encuentra la población de Ocongate y Marcapata, en la lista mencionada no está incluida el Puesto de Salud o la Comunidad de Quico.



El servidor de datos será instalado en el Centro de Salud de Ocongate antes mencionado, donde se gestionará y administrará los datos que se generen con el aplicativo de referencia y contra referencia.

4.4.2.REQUERIMIENTOS PARA LAS DIFERENTES PARTIDAS

- TORRE DE COMUNICACIONES
- SISTEMA DE PARARAYAS Y PUESTA A TIERRA
- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
- EQUIPO DE RADIOENLACES
- GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
- EQUIPOS ACTIVOS DE RED
- RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

A TORRE DE COMUNICACIONES

- CUERPO DE TORRE
- CABLE DE ACERO GALVANIZADO
- ANCLAS Y TENSORES DE ACERO GALVANIZADO
- CEMENTO
- ARENA

B SISTEMA DE PARARAYOS POZO A TIERRA

- PARRAYOS TETRAPUNTAL
- CABLE DE COBRE DESNUDO
- VARILLA DE COBRE
- CONECTORES DE COBRE
- BENTONITA DE SODIO
- CEMENTO CONDUCTIVO
- TIERRA NEGRA

C SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

a SOLAR

- PANEL SOLAR



- BATERIA
- REGULADOR DE CARGA
- INVERSOR

b GENERADOR ELECTROGENO

- GRUPO ELECTROGENO

D EQUIPO DE RADIOENLACES

- TRANCEPTOR DE RADIOENLACE
- CABLE STP APANTALLADO
- CONECTOR RJ45

E GABINETE DE TELECOMUNICACIONES

- GABINETE DE PISO DE 22UR
- REGLETA ELECTRICA
- ORGANIZADOR HORIZONTAL DE CABLE
- PATCH PANEL DE 24 PUERTOS
- PATCH CORD CAT6

F EQUIPOS ACTIVOS DE RED

- SWICH DE ACCESO
- SERVIDOR
- SOFTWARE BASE DE DATOS
- PATCH PANEL
- PATCH CORD CAT 6
- ROUTER (***SOLO EN LA SEGUNDA PROPUESTA***)
- COMPUTADORA PERSONAL

G RECURSOS PARA IMPLEMENTACION

- SERVICIO DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE TORRE Y VIENTOS
- SERVICIO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
- SERVICIO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RADIOENLACES
- SERVICIO DE INSTALACIÓN DE GABINETE Y EQUIPOS ACTIVOS

- TRASLADO DE MATERIALES
- SERVICIO DE TRANSPORTE

4.4.3.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El sistema completo tiene como origen en Ocongata capital del distrito del mismo nombre en el cual se instalará un servidor.

- A. En la primera propuesta se plantea un enlace directo mediante equipos transceptores para radioenlace instalados sobre una torre desde el centro de salud de Ocongata hasta el puesto de salud de Quico, ambos equipos conectados a la red local del centro de salud para conectarse a Internet.

El transceptor del centro de salud de OCONGATE estará enlazado a un repetidor ubicado a una distancia donde se garantice una línea de vista sin obstrucciones. Seguido del primer repetidor se instalarán cuatro repetidores adicionales, el ultimo repetidor se enlazará a transceptor del puesto de salud de QUICO el cual estará conectado al switch de su red local.

- B. En la segunda propuesta se plantea un enlace directo mediante equipos transceptores para radioenlace instalados sobre una torre desde el puesto de salud de Marcapata hasta el puesto de salud de Quico, para dar salida a internet. Desde el puesto de salud de Marcapata se realizará un servicio de red VPN para interconectar a la red local del centro de salud de Ocongata.

El transceptor del centro de salud de MARCAPATA estará enlazado a un repetidor ubicado a una distancia donde se garantice una línea de vista sin obstrucciones. Seguido del primer repetidor se instalarán dos repetidores adicionales, el ultimo repetidor se enlazará a transceptor del puesto de salud de QUICO el cual estará conectado al switch de su red local.

Los ingresos de datos y demás gestiones de pacientes serán mediante aplicativo de referencia que será instalado en una computadora de escritorio del personal de salud.

Todos estos datos serán almacenados y gestionados mediante un software de base de datos el cual estará instalado en el servidor.



Se crearán dos VLANs (redes virtuales) una de acceso para telefonía VoIP y la otra para red de datos, el cual se creará en el switch principal del centro de salud de Ocongate, los cuales se heredarán en el switch del puesto de salud de Quico.

4.4.4.ELEMENTOS DEL PROYECTO

Entiéndase como elementos de cableado estructurado al conjunto de todos los componentes que se utilizan en la construcción de la red de ambas propuestas, tales como:

- A. TORRE VENTADA DE COMUNICACIONES**
- B. SISTEMA DE PARARAYOS POZO A TIERRA**
- C. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**
- D. EQUIPO DE RADIOENLACES**
- E. GABINETE DE TELECOMUNICACIONES**
- F. EQUIPOS ACTIVOS DE RED**
- G. RECURSOS PARA IMPLEMENTACIÓN**

En el caso de equipos activos solo para la primera propuesta se obvia la utilización de los routers, debido a que no se implementara una VPN.

A. TORRE DE COMUNICACIONES

A) CUERPO DE TORRE

El cuerpo de torre es el componente de una torre, se instalarán apilando cada cuerpo de torre hasta llegar a la altura del diseño. La torre alojará los equipos de radioenlace y los paneles solares.

B) CABLE DE ACERO GALVANIZADO

El cable de acero galvanizado será utilizado para sostener y equilibrar el peso de la torre a una distancia adecuada de cierta cantidad de cuerpos de torre.

C) ANCLAS Y TENSORES DE ACERO GALVANIZADO

Las anclas y los tensores de acero son materiales que sirven para fijar y ajustar la tensión de los cables de acero que sostendrán la torre.

D) CEMENTO

El cemento será usado para hacer la base o el cimientado de la torre.